

**ZUR EIGNUNG VON UV-REAKTIONEN DER MENSCHLICHEN
HAUT ALS KRITERIUM FÜR SOLEWIRKUNGEN**

Herbert Geiger

1977

Dissertationsdruck

Blasaditsch GmbH • 89 Augsburg 17 • Theodor-Heuß-Platz 3 • Telefon (0821) 51 85 63

Aus dem Institut für Medizinische Balneologie und
Klimatologie der Universität München
Vorstand: Prof. Dr. med. H. Drexel

Zur Eignung von UV-Reaktionen der menschlichen
Haut als Kriterium für Solewirkungen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Herbert Geiger
aus
Ehingen an der Donau
1977

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin
der
Universität München

Berichterstatter: Dipl. Phys. K. Dirnagl
Mitberichterstatter: Prof. Dr. med. H. Drexel
Dekan: Prof. Dr. med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 4. 10. 77



Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

1. AUFGABENSTELLUNG UND EINLEITUNG

2. METHODIK

- 2.1. Remissionsmessungen
- 2.2. Hauttemperaturmessungen
- 2.3. Wärmeleitmessungen

3. VERSUCHSABLAUF

- 3.1. Versuchspersonen
- 3.2. Wahl der Meßfelder
- 3.3. Anordnung der Meßfelder
- 3.4. Ausgangswerte
- 3.5. Bestrahlung
- 3.6. Bäder
- 3.7. Messungen

4. ERGEBNISSE

- 4.1. Ergebnistabellen
 - 4.1.1. Remission im grünen Spektralbereich
 - 4.1.2. Remission im roten Spektralbereich
 - 4.1.3. Hauttemperatur
- 4.2. Werte vor Versuchsbeginn
 - 4.2.1. Grünremission der unbestrahlten Gesäßhaut
 - 4.2.1.1. nach Versuchspersonen
 - 4.2.1.2. nach Haarfarbe
 - 4.2.1.3. nach Hautfarbe
 - 4.2.1.4. nach Lokalisation am Gesäß
 - 4.2.2. Rotremission der unbestrahlten Gesäßhaut
 - 4.2.2.1. nach Versuchspersonen
 - 4.2.2.2. nach Haarfarbe
 - 4.2.2.3. nach Hautfarbe
 - 4.2.2.4. nach Lokalisation am Gesäß

4.2.3. Temperatur der unbestrahlten Gesäßhaut

4.2.3.1. nach Versuchspersonen

4.2.3.2. nach Haarfarbe

4.2.3.3. nach Hautfarbe

4.2.3.4. nach Lokalisation am Gesäß

4.3. Maximale Abweichung der gemessenen Werte von der Ausgangslage als Folge der UV-Bestrahlung

4.3.1. Maximale Grünremissionsminderung der Gesäßhaut nach UV-Bestrahlung

4.3.1.1. nach Versuchspersonen

4.3.1.2. nach Haarfarbe

4.3.1.3. nach Hautfarbe

4.3.1.4. nach Lokalisation am Gesäß

4.3.2. Maximale Rotremissionsminderung der Gesäßhaut nach UV-Bestrahlung

4.3.2.1. nach Versuchspersonen

4.3.2.2. nach Haarfarbe

4.3.2.3. nach Hautfarbe

4.3.2.4. nach Lokalisation am Gesäß

4.3.3. Maximale Temperatursteigerung der Gesäßhaut nach UV-Bestrahlung

4.3.3.1. nach Versuchspersonen

4.3.3.2. nach Haarfarbe

4.3.3.3. nach Hautfarbe

4.3.3.4. nach Lokalisation am Gesäß

5. DER EINFLUSS DES H_2O - bzw. SOLEBADES AUF DIE MESSERGEBNISSE

5.1. Remission im grünen Spektralbereich

5.1.1. Graphische Darstellung des Remissionsunterschiedes zwischen wasser- u. solebehandelten Erythemen gleicher UV-Bestrahlungsdauer

5.1.2. Einfluß des einzelnen Bades auf den Remissionsverlauf

5.2. Remission im roten Spektralbereich

5.2.1. Graphische Darstellung des Remissionsunterschieds zwischen wasser- u. solebehandelten Erythemen gleicher UV-Bestrahlungsdauer

5.2.2. Einfluß des einzelnen Bades auf den Remissionsverlauf

5.3. Temperatur der Haut

5.3.1. Graphische Darstellung des Hauttemperaturunterschieds zwischen wasser- und solebehandelten Erythemen gleicher UV-Bestrahlungsdauer

5.3.2. Einfluß des einzelnen Bades auf den Verlauf der Hauttemperatur

6. DISKUSSION UND LITERATUR

6.1. Remissionsphotometer

6.1.1. Technischer Aufbau

6.1.2. Wellenlängenbereich der verwendeten Glasfilter

6.1.2.1. Grünfilter

6.1.2.2. Rotfilter

6.2. Versuchsanordnung

6.2.1. Wahl der Meßstelle

6.2.2. Anordnung der Meßfelder

6.2.3. Bestrahlung

6.2.3.1. Bestrahlungstreppe

6.2.3.2. Bestrahlungsabstand

6.2.3.3. Bestrahlungsdauer

6.2.3.4. Durchführung der Bestrahlung

6.3. Äußere Bedingungen

6.3.1. Jahreszeit

6.3.2. Versuchsraum

6.4. Fehlermöglichkeiten bei den Messungen

6.4.1. Remissionsmessungen

- 6.4.1.1. Auflagedruck
 - 6.4.1.2. Schattenbildungen
 - 6.4.1.3. Lichteinfall
 - 6.4.1.4. Wärmeerythem
 - 6.4.1.5. Galvanometerausschlag
 - 6.4.2. Temperaturmessungen
 - 6.4.2.1. Auflagedruck
 - 6.4.2.2. Geometrischer Fehler
 - 6.4.2.3. Ablesungenauigkeit
 - 6.4.3. Wärmeleitmessungen
 - 6.4.3.1. Befestigung des Meßkopfes
 - 6.4.3.2. Auflagedruck
- 6.5. Ergebnisse der Messungen
 - 6.5.1. Remission im grünen Spektralbereich
 - 6.5.1.1. vor Bestrahlung
 - 6.5.1.2. nach Bestrahlung
 - 6.5.1.3. Zeitlicher Verlauf nach der Bestrahlung
 - 6.5.2. Remission im roten Spektralbereich
 - 6.5.2.1. vor Bestrahlung
 - 6.5.2.2. nach Bestrahlung
 - 6.5.2.3. Zeitlicher Verlauf nach der Bestrahlung
 - 6.5.3. Hauttemperatur
 - 6.5.3.1. vor Bestrahlung
 - 6.5.3.2. nach Bestrahlung
 - 6.5.3.3. Zeitlicher Verlauf nach der Bestrahlung
- 6.6. Tendenzen
- 6.7. Verbesserungsvorschläge

7. ZUSAMMENFASSUNG

8. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

9. LITERATURÜBERSICHT

1. Aufgabenstellung und Einleitung

In jüngster Zeit findet Sole nicht nur in Wannen, sondern in zunehmendem Maße auch in Schwimmbädern Verwendung. Der Personenkreis, welcher einem Solebad zugeführt wird, wächst daher ständig. Im Rahmen dieser raschen Zunahme der Soleanwendung stellt sich die Frage nach der Wirkung der Sole auf den Organismus.

Diese Arbeit befaßt sich speziell mit der Solewirkung auf Hautreaktionen. Dazu wird ein Hautmodell erprobt, das es erlaubt, die Wirkung von Mineralsalzlösungen auf bestimmte Hautreaktionen zu ergründen. Als Versuchsfeld wird die Reaktion der UV-bestrahlten Haut gewählt, als Mineralsalzlösung dient eine Solelösung aus Rheinfelden.

Von Mineralwasser wird bei einem Mineralgehalt über 1 g/kg gesprochen, wobei die überwiegende Kationen- und Anionenzahl das Heilwasser charakterisiert (16). Ist die Kochsalzkonzentration größer als 1,5 g %, so handelt es sich um eine Solelösung. Die Hauptindikationen dieser Bäderart sind funktionelle Erkrankungen, Rekonvaleszenz, Roboration, vegetative Umstimmung, Erkrankungen des Bewegungsapparats und des rheumatischen Formenkreises (3, 8).

Die Wirkung des Solebades läßt sich zum einen durch physikalische Beeinflussung der Haut (z.B. durch Wärme), zum anderen durch chemische Mechanismen erklären. In ausführlichen Arbeiten von KLEINSCHMIDT, DREXEL und DIRNAGL (31) wird diese chemische Beeinflussung dargestellt.

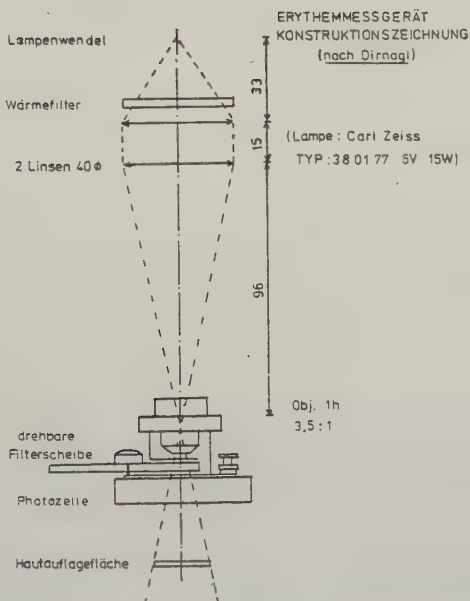
Die Solewirkung läßt sich auf 5 Wegen variieren (3): hydrostatischer Druck (Sitz-, Halb-, Dreiviertel-, Vollbad), Temperatur, Badedauer, CO₂-Beimischung und Konzentration der Sole.

2. Methodik

2.1. Remissionsmessungen

Licht, das auf die Haut fällt, wird teils bereits an der Oberfläche, teils in tieferliegenden Grenzflächen dem Reflexionsgesetz folgend reflektiert. Das in tiefere Hautschichten eingedrungene Licht wird dort entweder von Atomen oder Molekülen adsorbiert oder gestreut und diffus zurückgeworfen. Diese remittierte Lichtenergie setzt man nun in Relation zur einfallenden. Die Remission im Bereich der grünen Wellenlängen des Lichtspektrums läßt auf die Blutfülle der Haut schließen, die Remission im roten Spektralbereich dient der Pigmentmessung. Bei vermehrter Blutfülle kommt es zum Absinken der Grünremission, bei Pigmentvermehrung wird sowohl Grün als auch Rot reduziert.

Die Meßapparatur besteht aus einem Remissionsphotometer, einem Gerät zur Aufrechterhaltung konstanter Netzspannung und einem Spiegelgalvanometer. Das Remissionsphotometer setzt sich aus einer Glühbirne, einem wahlweise vorschaltbarem Rot- und Grünfilter, sowie einer Selenzelle, welche die remittierte Lichtenergie mißt, zusammen. Es wurde von DIRNAGL entwickelt und am Balneologischen Institut der Universität München gebaut. Die Konstruktionszeichnung zeigt Abb. 1.



2.2. Hauttemperaturmessungen

Bei gesteigerter Durchströmungsgeschwindigkeit der Haut kommt es bei konstanten Umweltbedingungen mit kühlen bzw. behaglichen Umgebungstemperaturen zu einem Ansteigen der Hauttemperatur. Die gesteigerte Durchströmungsgeschwindigkeit der Hautgefäße unterliegt allein dem Tonus der Arterien und Arteriolen im entsprechenden Zuflußgebiet. Im Gegensatz zur Remissionsmessung kommt es hier also auf die Geschwindigkeit des strömenden Blutes an, welches bei schnellerem Durchfluß auch größere Wärmemengen herantransportieren kann.

Zur Messung verwenden wir ein Thermoelement aus einem am Kreuzungspunkt zusammengelöteten Manganinkonstantan-Fadenkreuz, welches in einem Gummiring eingespannt und mit einem

auf konstanter Temperatur gehaltenen Gegenelement verbunden ist. Die Registrierung der Temperatur erfolgt an einem in $^{\circ}\text{C}$. geeichten Spiegelgalvanometer.

2.3. Wärmeleitmessung

Die Wärmeleitzahl der Haut ist ebenfalls von der statischen Blutfülle weitgehend unabhängig. Mit $1,14 \times 10^{-3} \text{ (cal} \times \text{cm}^{-1} \times \text{sec}^{-1} \times ^{\circ}\text{C.}^{-1})$ liegt die Wärmeleitzahl des Blutes im Bereich der lebenden nichtdurchbluteten Haut ($0,9 - 1,2 \times 10^{-3}$). Entscheidend ist daher der konvektive Wärmetransport.

Der Begriff Wärmeleitzahl wird bei der Haut infolgedessen besser durch Scheinleitzahl ersetzt, denn nur bei völliger Drosselung der Hautdurchblutung entfällt der konvektive Wärmetransport durch das Blut. Die Scheinleitzahl ist ein Maß für das Stromzeitvolumen, also für die Hautdurchblutung. Zur Messung benützen wir einen von HENSEL (25, 26) beschriebenen Meßkopf. Er besteht aus einer kleinen Kunststoffscheibe in deren Bodenplatte 2 Goldplättchen eingelassen sind, von denen das eine mit stabilisiertem Wechselstrom beheizt wird, während das andere nur zur Ermittlung der Übertemperatur des beheizten Plättchens dient. Der Vergleich der beiden Goldelektroden erfolgt über eine Thermosäule, die Registrierung an einem Spiegelgalvanometer.

3. Versuchsablauf

3.1. Versuchspersonen

Die Versuche wurden an 5 männlichen und 4 weiblichen Probanden durchgeführt. Es handelte sich um Studenten zwischen 21 und 25 Jahren. Nähere Angaben sind aus der Tabelle 2 ersichtlich.

3.2. Wahl der Meßstelle

Die Untersuchungen wurden am oberen Teil des Gesäßes durchgeführt. Näheres siehe unter 6.2.1.

3.3. Anordnung der Meßfelder

Es wurde eine Pappschablone mit 2 Reihen von je 3 Feldern verwendet. Die Anordnung dieser Felder, die von proximal nach distal mit abnehmender Bestrahlungsstärke bestrahlt werden sollen, zeigt Abbildung 2.

3.4. Ausgangswerte

Als Ausgangswerte dienten die Remission und die Hauttemperatur an den gekennzeichneten unbestrahlten Feldern. Diese Messungen machten wir zwischen 2,75 und 1,25 Stunden vor der Bestrahlung.

3.5. Bestrahlung

Blonde und blasse Versuchspersonen haben ebenso wie solche mit Sonnenbrandneigung eine vermutlich niedrige Erythem-

schwelle. Zu dieser Gruppe gehören VP 3, VP 6 und VP 8. Wir bestrahlten diese Probanden mit einer geringeren Dosis als die übrigen Versuchspersonen:

Feld a,d: 40 sec

Feld b,e: 20 sec

Feld c,f: 10 sec

Die übrigen Versuchspersonen (VP 1, VP 2, VP 4, VP 5, VP 7 und VP 9) die geringe Sonnenbrandneigung aufweisen und von pigmentbetontem Hauttyp und schwarzer bzw. brauner Haarfarbe sind, wurden wegen der zu erwartenden höheren Erythemschwelle länger bestrahlt:

Feld a,d: 60 sec

Feld b,e: 30 sec

Feld c,f: 15 sec

Es wurde mit einer Hanau-Quarzlampe Ha Fi 500 in einem Abstand von 50 cm bei senkrechtem Strahlengang bestrahlt.

3.6. Bäder

Die bestrahlten Felder sollten mit Leitungswasser und 5 % iger Rheinfeldener Solelösung behandelt werden. Wir befeuchteten dazu Filterpapierstreifen und legten den Streifen mit Leitungswasser auf die Felderreihe a bis c, den Solelösungsstreifen auf die Felderreihe d bis f. Die Dauer eines Bades betrug 20 bis 30 Minuten. Es wurden stets mehrere Bäder gemacht (siehe Ablaufschema Tabelle 1).

3.7. Messungen

Sodann wurde im Wechsel mit Bebadungen die Hauttemperatur (bei den Versuchspersonen 2 bis 9), die Grünremission

(ebenfalls bei VP 2 bis VP 9) und die Rotremission (bei der Versuchsperson 2 bis Versuchsperson 5) gemessen. Dabei legten wir Wert darauf, daß die einzelnen Meßzeitpunkte und Badeperioden bei den verschiedenen Versuchspersonen zu jeweils verschiedenen Zeitpunkten stattfanden. Als Beispiel zeigt die Tabelle 1 das Versuchsablaufschema der Versuchsperson 7.

Die Wärmeleitmessung unterblieb aus den in der Diskussion erwähnten Gründen.

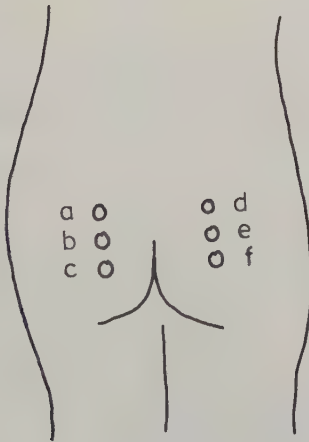


Abb. 2: Anordnung der Meßfelder (17)

Tabelle 1: Versuchsablaufschemata für die Versuchsperson 7

1 1/4 Std. vor Bestrahlung:	Hauttemperatur- und Remissionsmessung
5 Minuten nach Bestrahlung:	Bad von ca. 20 Minuten Dauer
3 Std. nach Bestrahlung:	Hauttemperatur- und Remissionsmessung
3 1/4 Std. nach Bestrahlung:	Bad von ca. 20 Minuten Dauer
5 Std. nach Bestrahlung:	Hauttemperatur- und Remissionsmessung
5 1/4 Std. nach Bestrahlung:	Bad von ca. 20 Minuten Dauer
7 1/4 Std. nach Bestrahlung:	Hauttemperatur- und Remissionsmessung
7 1/2 Std. nach Bestrahlung:	Bad von ca. 20 Minuten Dauer
8 Std. nach Bestrahlung:	Hauttemperatur- und Remissionsmessung
24 1/2 Std. nach Bestrahlung:	Hauttemperatur- und Remissionsmessung
24 3/4 Std. nach Bestrahlung:	Bad von ca. 20 Minuten Dauer
25 1/2 Std. nach Bestrahlung:	Hauttemperatur- und Remissionsmessung
53 1/2 Std. nach Bestrahlung:	Hauttemperatur- und Remissionsmessung
54 Std. nach Bestrahlung:	Bad von ca. 20 Minuten Dauer
55 Std. nach Bestrahlung:	Hauttemperatur- und Remissionsmessung
74 1/2 Std. nach Bestrahlung:	Hauttemperatur- und Remissionsmessung

VP	Hautfarbe	Haarfarbe	Neigung zu Sonnenbrand	Neigung zu Bräunung
1	pigment- betont	braun	nein	schnell
2	pigment- betont	schwarz	nein	schnell
3	blass	blond	ja	langsam
4	pigment- betont	braun	nein	schnell
5	pigment- betont	schwarz	nein	schnell
6	blass	blond	nein	langsam
7	pigment- betont	braun	nein	schnell
8	blass	braun	ja	langsam
9	pigment- betont	braun	nein	schnell

Tab. 1: Versuchspersonen

4. Ergebnisse

4.1. Ergebnistabellen

- Kolonne 1: Zeit (10^{-2} Std) vor (negatives Vorzeichen) bzw.
nach der UV-Bestrahlung
- Kolonne 2: Remission (10^{-2} %) oder Hauttemperatur (10^{-1} °C.)
des Feldes a (stärkste Bestrahlung und H₂O-Bad)
- Kolonne 3: Remission (10^{-2} %) oder Hauttemperatur (10^{-1} °C.)
des Feldes b (mittlere Bestrahlung und H₂O-Bad)
- Kolonne 4: Remission (10^{-2} %) oder Hauttemperatur (10^{-1} °C.)
des Feldes c (schwächste Bestrahlung u. H₂O-Bad)
- Kolonne 5: Remission (10^{-2} %) oder Hauttemperatur (10^{-1} °C.)
des Feldes d (stärkste Bestrahlung u. Solebad)
- Kolonne 6: Remission (10^{-2} %) oder Hauttemperatur (10^{-1} °C.)
des Feldes e (mittlere Bestrahlung und Solebad)
- Kolonne 7: Remission (10^{-2} %) oder Hauttemperatur (10^{-1} °C.)
des Feldes f (schwächste Bestrahlung und Solebad)

Zu den Zeitpunkten, bei denen die Kolonnen 2 bis 7 frei
bleiben, wurde eine Bebadung der beiden Felderreihen vorge-
nommen.

Tabelle 3: Meßergebnisse

4.1.1. Remission Grün

Versuchsperson 2

Zeit	Feld a	Feld b	Feld c	Feld d	Feld e	Feld f
-250	5986	6237	6446	6168	6409	6470
17						
75	6415	6742	6925	6647	6831	6952
300	5860	6204	6523	5872	6443	6656
500						
2600	5563	6030	6308	5665	6142	6456
2725						
2775	5631	6049	6298	5804	6080	6262
3425	5602	6049	6336	5802	6264	6323
3575						
4800	5698	6116	6319	5959	6317	6444
4925						
5000	5719	6133	6272	5869	6172	6326
7500	5667	6045	6311	5842	6236	6408
7625						
7700	5796	5920	6443	5986	6293	6328
10200	5740	6088	6505	6009	6324	6427
10325						
10375	5797	6185	6387	6033	6303	6489

Versuchsperson 3

Zeit	Feld a	Feld b	Feld c	Feld d	Feld e	Feld f
-200	6709	6447	6434	6588	6406	6384
17						
150	6452	6271	6234	6503	6294	6221
250	6299	6224	6170	6506	6220	6200
475	5960	6049	6150	6463	6213	6141
575						
825	5981	5845	5829	6235	5918	5934
950	5789	5746	5874	6049	5722	6096
1050						
2250	6474	6476	6468	6454	6445	6444
3000	6004	5978	5864	6204	6094	6265
3150						
3350	6360	6264	6126	6261	6205	6249
4850	6500	6279	6236	6406	6258	6241
4950						
5125	6417	6327	6192	6416	6217	6354
5425	6286	6305	6286	6457	6306	6367
5550						
7150	6628	6416	6291	6520	6343	6400
7300	6534	6435	6292	6513	6311	6327

Versuchsperson 4

Zeit	Feld a	Feld b	Feld c	Feld d	Feld e	Feld f
-250	6373	6435	6436	6374	6432	6389
100						
300	6106	6276	6382	6119	6265	6340
500	6071	6077	6282	6169	6207	6270
550						
775	5848	5909	6215	6066	6163	6416
800						
2550	6086	6240	6420	6148	6246	6449
2950	5918	5921	6063	6052	6290	6380
3000						
4875	6208	6207	6358	6278	6395	6538
5350	6002	5932	6156	6071	6262	6224
5400						
7400	5990	6065	6206	6135	6281	6332
7750	6048	6096	6153	6029	6211	6155
7775						
9700	6162	6303	6412	6178	6338	6400
10225	5990	5989	6199	6081	6215	6293
10250						
11975	6224	6302	6387	6230	6281	6373

Versuchsperson 5

Zeit	Feld a	Feld b	Feld c	Feld d	Feld e	Feld f
-250	5905	6154	6078	6102	6209	6140
25						
125	6044	6244	6156	6093	6224	6165
325	5908	6065	6061	5889	6033	6068
375						
475	5751	5969	6080	5712	5925	6038
825	5435	5752	5941	5629	5850	5960
875						
2425	5462	5773	5982	5707	5829	5998
2475						
2925	5280	5714	5948	5385	5883	5987
4725	5407	5961	5895	5589	5815	5875
5325	5334	5799	5835	5440	5814	5836
5375						
7125	5727	5967	6006	5802	6042	5952
7850	5516	6006	6053	5700	5990	6025
7875						
9450	5716	6029	6002	5764	6018	5998
10225	5555	5984	5956	5680	5901	5956
10250						
11925	5685	6081	6035	5710	6030	5980
12775	5728	6112	6072	5802	6045	5989
12						
14300	5691	6106	6061	5667	6107	5946
14325						
19075	5783	5998	5965	5868	6017	5940

Versuchsperson 6

Zeit	Feld a	Feld b	Feld c	Feld d	Feld e	Feld f
-175	6724	6790	6765	6852	6866	6858
100						
175	6481	6488	6488	6427	6314	6421
375	6002	6334	6288	6142	6156	6404
400						
475	6145	6284	6361	6317	6277	6404
500						
775	5998	6126	6275	5974	5891	6194
875						
2475	6011	6192	6385	6007	5942	6333
2525						
2575	6115	6200	6419	6128	6017	6373
4850	5958	5936	6003	5974	5750	5971
4875						
4975	5872	6010	6066	5885	5726	5953

Versuchsperson 7

Zeit	Feld a	Feld b	Feld c	Feld d	Feld e	Feld f
-125	5995	6155	5975	6209	6126	6100
300	5682	6090	6050	6068	6085	6028
325						
500	5624	6043	6018	5935	5909	5927
525						
725	5358	5839	5847	5669	5720	5798
750						
800	5539	5966	5981	5831	5915	6016
2450	5577	6098	6136	5903	5967	6226
2475						
2550	5633	6113	6155	6003	6105	6235
5350	5554	6068	6080	5974	6002	6205
5400						
5500	5797	6250	6232	6061	6202	6243
7450	5919	6252	6288	6177	6296	6337

Versuchsperson 8

Zeit	Feld a	Feld b	Feld c	Feld d	Feld e	Feld f
-125	6531	6481	6456	6417	6374	6445
150	6397	6326	6395	6438	6412	6520
275	6313	6340	6356	6362	6413	6469
300						
550	6294	6436	6464	6288	6346	6413
575						
650	6268	6439	6484	6387	6413	6433
2750	6115	6236	6444	6153	6375	6599
2775						
2900	6258	6420	6541	6283	6468	6570
5500	6010	6364	6519	6146	6366	6508
5525						
5600	6435	6522	6661	6422	6484	6702
7950	6379	6488	6477	6405	6465	6521

Versuchsperson 9

Zeit	Feld a	Feld b	Feld c	Feld d	Feld e	Feld f
-125	5752	6024	5981	5718	5977	5937
150	5869	6158	6237	5885	6094	6053
250	5687	6102	6258	5615	6030	6007
275						
500	5423	6083	6203	5471	5918	5919
525						
600	5340	5962	6215	5381	5727	5947
3200	5257	5796	6085	5334	5599	5889
3225						
3300	5447	5971	6140	5447	5779	5886
5725	5401	5911	6112	5418	5731	5843
5750						
5800	5471	5988	6178	5487	5739	5907
7525	5667	6259	6390	5718	6023	6063

4.1.2. Remission Rot

Versuchsperson 2

Zeit	Feld a	Feld b	Feld c	Feld d	Feld e	Feld f
-250	7597	7848	8054	7766	7960	8015
17						
75	7995	8270	8410	8096	8245	8349
300	7706	8028	8198	7541	8058	8116
500						
2600	7671	7933	7986	7862	8062	8059
2725						
2775	7690	7809	7879	7697	7876	7922
3425	7662	7849	7954	7766	7942	7990
3575						
4800	7688	7854	7995	7849	8018	8099
4925						
5000	7616	7810	7896	7732	7861	7956
7500	7545	7824	7991	7738	7968	8023
7625						
7700	7645	7902	8090	7660	8013	8023
10200	7593	7884	8109	7735	8023	8065
10325						
10375	7595	7845	8023	7704	7942	8039

Versuchsperson 3

Zeit	Feld a	Feld b	Feld c	Feld d	Feld e	Feld f
-200	8028	7995	8016	7990	7974	7977
150	7889	7868	7894	7900	7885	7895
250	7932	7875	7943	7946	7876	7810
475	7928	7959	7977	7942	7879	7818
575						
825	8117	7962	7939	7989	7910	7882
950	8062	8004	7960	8089	8004	7985
1050						
2250	8194	8172	8133	8033	7947	7997
3000	8003	7933	7991	7958	7833	7924
3150						
3350	8027	7988	7996	7977	7890	7937
4850	7982	7950	7971	7914	7845	7912
4950						
5125	7923	7854	7979	7907	7873	7922
5425	7953	7917	7974	7921	7906	7908
5550						
7150	8001	7989	7990	7929	7947	7936
7300	8007	7950	8021	7986	7907	7946

Versuchsperson 4

Zeit	Feld a	Feld b	Feld c	Feld d	Feld e	Feld f
-250	7901	7897	8019	7946	7999	8055
100						
300	7794	7803	7988	7783	7813	7953
500	7858	7925	8007	8016	7989	8022
550						
775	7823	7887	8021	7901	8063	8125
800						
2550	7908	7996	8080	7920	7958	8057
2950	7789	7764	7877	7880	7959	7969
3000						
4875	7933	7963	8117	7929	7994	8128
5350	7740	7730	7826	7815	7923	7958
5400						
7400	7677	7732	7848	7815	7903	7980
7750	7787	7860	7929	7755	7841	7918
7775						
9700	7801	7907	8040	7886	7979	8070
10225	7788	7863	7986	7856	7972	8090
10250						
11975	7703	7736	8039	7709	7915	8003

Versuchsperson 5

Zeit	Feld a	Feld b	Feld c	Feld d	Feld e	Feld f
-275	7649	7819	7759	7704	7793	7789
25						
125	7632	7855	7778	7637	7759	7766
325	7628	7847	7752	7633	7735	7752
375						
475	7774	7891	7885	7844	7809	7817
825	7653	7849	7819	7774	7849	7811
875						
2425	7585	7818	7752	7681	7792	7684
2475						
2925	7565	7857	7709	7653	7831	7720
4725	7640	7794	7691	7605	7763	7678
5325	7386	7653	7620	7483	7723	7591
5375						
7125	7651	7835	7692	7673	7753	7677
7850	7514	7710	7698	7611	7698	7731
7875						
9450	7496	7779	7683	7497	7641	7652
10225	7465	7758	7674	7491	7583	7652
10250						
11925	7347	7713	7706	7425	7708	7692
12775						
12800	7409	7782	7775	7426	7761	7599
14300	7538	7787	7752	7577	7732	7700
14325						
19075	7565	7792	7722	7598	7737	7722

4.1.3. Hauttemperatur

Versuchsperson 2

Zeit	Feld a	Feld b	Feld c	Feld d	Feld e	Feld f
-250	318	308	297	315	300	297
17						
75	313	302	299	304	298	299
300	325	313	309	321	309	300
500						
2600	330	320	308	321	300	300
2725						
2775	304	298	295	292	287	289
3425	332	323	312	322	304	305
3575						
4800	331	323	311	323	301	300
4925						
5000	310	302	296	296	287	290
7500	344	343	337	340	335	332
7625						
7700	335	332	320	326	316	313
10200	335	331	328	327	324	327
10325						
10375	338	332	327	332	319	316

Versuchsperson 3

Zeit	Feld a	Feld b	Feld c	Feld d	Feld e	Feld f
-200	313	304	304	321	313	310
150	318	311	308	329	317	317
250	324	320	319	333	331	329
475	326	322	321	332	326	324
575						
825	350	346	336	340	340	340
950	346	332	328	340	335	327
1050						
2250	315	307	299	320	309	301
3000	342	340	334	342	336	333
3150						
3350	332	328	326	337	334	329
4850	325	319	317	330	325	319
4950						
5125	331	324	322	337	332	329
5425	337	335	330	341	339	336
5550						
7150	314	303	296	319	312	302
7300	318	309	307	325	319	311

Versuchsperson 4

Zeit	Feld a	Feld b	Feld c	Feld d	Feld e	Feld f
-250	305	304	304	315	306	305
100						
300	309	308	310	311	305	306
500	329	333	331	325	325	327
550						
775	321	327	323	316	321	318
800						
2550	296	290	292	298	292	293
2950	319	315	311	313	311	305
3000						
4875	311	305	306	307	303	303
5350	339	338	339	335	334	336
5400						
7400	316	315	319	315	317	319
7750	333	330	329	328	327	323
7775						
9700	308	308	310	310	305	310
10225	339	340	338	340	344	342
10250						
11975	293	287	288	297	290	289

Versuchsperson 5

Zeit	Feld a	Feld b	Feld c	Feld d	Feld e	Feld f
-275	320	306	307	329	315	313
25						
125	314	299	299	321	304	305
325	325	316	315	326	317	320
375						
475	331	325	331	331	328	334
825	323	306	308	322	311	311
875						
2425	317	306	305	319	308	308
2475						
2925	330	306	306	323	305	306
4750	327	314	318	328	314	315
5350	340	331	336	336	332	333
5375						
7125	323	318	321	322	320	322
7850	326	320	320	325	316	318
7875						
9450	330	317	317	330	323	321
10225	346	342	346	345	350	345
10250						
11925	338	321	319	337	329	324
12775	321	310	311	320	311	310
12800						
14300	325	320	322	323	319	321
14325						
19075	345	339	343	344	346	340

Versuchsperson 6

Zeit	Feld a	Feld b	Feld c	Feld d	Feld e	Feld f
-175	332	323	320	329	330	327
100						
175	337	333	331	333	334	336
375	323	322	328	325	328	335
400						
475	323	323	323	335	329	328
500						
775	337	336	335	336	341	342
875	333	325	325	332	332	336
2475	324	318	317	321	322	321
2525						
2575	330	319	319	328	325	325
4850	341	334	335	337	339	340
4875						
4975	341	335	334	335	338	339

Versuchsperson 7

Zeit	Feld a	Feld b	Feld c	Feld d	Feld e	Feld f
-125	331	313	311	319	311	312
8						
300	326	315	317	313	311	319
325						
500	333	323	323	320	322	328
525						
725	342	335	334	338	337	339
750						
800	333	327	325	321	328	331
2450	340	329	326	330	334	337
2475						
2550	326	313	312	306	310	314
5350	349	350	351	347	352	352
5400						
5500	348	348	345	345	351	351
7450	344	334	331	334	334	331

Versuchsperson 8

Zeit	Feld a	Feld b	Feld c	Feld d	Feld e	Feld f
-125	330	332	343	337	334	327
8						
150	339	341	343	341	335	324
275	330	329	335	334	327	321
300						
550	318	310	309	320	307	304
575						
650	319	319	321	318	311	304
2750	337	334	334	340	333	327
2775						
2900	334	327	324	337	324	319
5500	312	300	301	313	300	295
5525						
5600	310	308	309	311	298	294
7950	352	356	354	355	356	355

Versuchsperson 9

Zeit	Feld a	Feld b	Feld c	Feld d	Feld e	Feld f
-125	328	314	307	329	315	317
8						
150	324	315	308	326	316	316
250	327	323	319	328	319	322
275						
500	330	318	313	331	320	317
525						
600	308	301	299	308	299	301
3200	322	318	317	321	321	317
3225						
3300	304	297	290	306	296	296
5725	346	337	334	344	339	339
5750						
5800	337	327	322	330	327	335
7525	335	331	337	340	335	340

4.2. Werte vor Versuchsbeginn

4.2.1. Grünremission der unbestrahlten Gesäßhaut

4.2.1.1. Nach Versuchspersonen geordnet

Für jede Versuchsperson wird die Spanne der Remissionswerte an den 6 Versuchsfeldern aufgezeichnet (siehe Abb. 3). $R_{\max}$ ist der Remissionswert des Feldes mit der größten Remission, $R_{\min}$ der des Feldes mit der geringsten Remission. $\bar{R}$ errechnet sich als Mittelwert der Remissionen an allen 6 Versuchsfeldern der jeweiligen Versuchsperson vor Bestrahlung.

Versuchs- person	Remissionsspanne (%)	$\bar{R}$ (%)
2	59,9 - 64,7	62,9
3	63,8 - 67,1	65,0
4	63,7 - 64,4	64,1
5	59,1 - 62,1	61,0
6	67,2 - 68,7	68,1
7	59,8 - 62,1	60,9
8	63,7 - 65,3	64,5
9	57,2 - 60,2	59,0

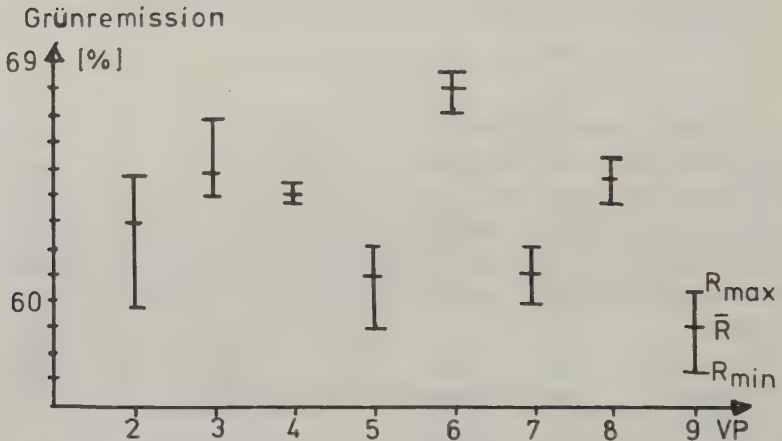


Abb. 3: Grünremissionsspanne der einzelnen Versuchspersonen vor Bestrahlung
 $R_{\max}$ = Rem. (%) des Feldes mit der größten Remission
 $R_{\min}$ = Rem. (%) des Feldes mit der geringsten Remission
 $\bar{R}$ = Rem. mittelwert (%) aller Felder sämtlicher Versuchspersonen

4.2.1.2. Nach Haarfarbe geordnet

Für die Versuchspersonengruppen mit den Merkmalen blondes, braunes bzw. schwarzes Haar wird die Remissionsspanne der Meßwerte an allen 6 Feldern erstellt und der Mittelwert aus allen Remissionswerten errechnet.

Merkmal	Remissionsspanne (%)	$\bar{R}$ (%)
blond (VP 3, VP 6)	63,8 - 68,7	66,5
braun (VP 4, VP 7, VP 8, VP 9)	57,2 - 65,3	62,1
schwarz (VP 2, VP 5)	59,1 - 64,7	61,9

4.2.1.3. Nach Hautfarbe geordnet

Für die 2 Versuchspersonengruppen mit den Hautmerkmalen blasse oder pigmentbetonte Haut wird die Remissionsspanne der Meßwerte an allen 6 Feldern erstellt und der Mittelwert errechnet.

Merkmal	Remissionsspanne (%)	$\bar{R}$ (%)
pigmentbetont (VP 2, VP 4, VP 5, VP 7, VP 9)	57,2 - 64,7	61,6
blass (VP 3, VP 6, VP 8)	63,7 - 68,7	65,9

4.2.1.4. Nach der Lokalisation am Gesäß geordnet

Aus den Remissionswerten der proximalen (a,d), der mittleren (b,e) und der distalen Felder (c,f) aller Versuchspersonen wird der Mittelwert des jeweiligen Bereichs errechnet und somit eine topographische Remissionsverteilung der unbestrahlten Gesäßhaut erhalten.

Feld	Remissionsspanne (%)	$\bar{R}$ (%)
a,d	57,2 - 68,5	62,8
b,e	59,8 - 68,7	63,5
c,f	59,4 - 68,6	63,5

4.2.2. Rotremission der unbestrahlten Gesäßhaut

4.2.2.1. Nach Versuchspersonen geordnet (siehe 4.2.1.1.)

Versuchs- person	Remissionsspanne (%)	$\bar{R}$ (%)
2	76,0 - 80,5	78,7
3	79,7 - 80,3	80,0
4	79,0 - 80,6	79,7
5	76,5 - 78,2	77,7

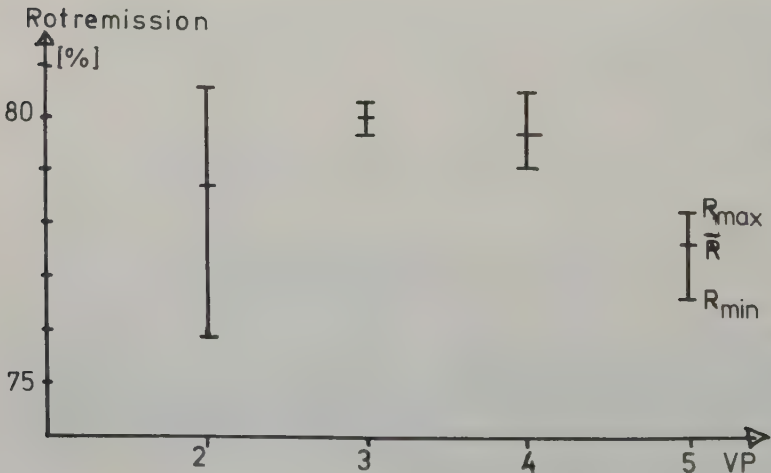


Abb. 3a: Bereich der Rotremission vor der Bestrahlung bei den einzelnen Versuchspersonen

4.2.2.2. Nach Haarfarbe geordnet (siehe 4.2.1.2.)

Merkmal	Remissionsspanne (%)	$\bar{R}$ (%)
blond (VP 3)	79,7 - 80,3	80,0
braun (VP 4)	79,0 - 80,6	79,7
schwarz (VP 2, VP 5)	76,0 - 80,5	78,2

4.2.2.3. Nach Hautfarbe geordnet (siehe 4.2.1.3.)

Merkmal	Remissionsspanne (%)	$\bar{R}$ (%)
pigmentbetont (VP 2, VP 4, VP 5)	76,0 - 80,6	78,7
blass (VP 3)	79,7 - 80,3	80,0

4.2.2.4. Nach der Lokalisation am Gesäß geordnet
(siehe 4.2.1.4.)

Feld	Remissionsspanne (%)	$\bar{R}$ (%)
a,d	78,0 - 80,3	78,2
b,e	77,9 - 80,0	79,1
c,f	77,6 - 80,6	79,6

4.2.3. Temperatur der unbestrahlten Gesäßhaut

4.2.3.1. Nach Versuchspersonen geordnet

Für jede Versuchsperson wird die Hauttemperaturspanne der 6 Versuchsfelder aufgezeichnet (siehe Abbildung 4).

$T_{\max}$ ist der Hauttemperaturwert des Feldes mit der größten Temperatur, $T_{\min}$ der des Feldes mit der geringsten Temperatur. $\bar{T}$ errechnet sich als Mittelwert der Hauttemperatur an allen 6 Versuchsfeldern der jeweiligen Versuchsperson.

Versuchs- person	Temperaturspanne ($^{\circ}\text{C.}$)	$\bar{T}$ ($^{\circ}\text{C.}$)
2	29,7 - 31,8	30,6
3	30,4 - 32,1	31,1
4	30,4 - 31,5	30,7
5	30,6 - 32,9	31,5
6	32,0 - 33,2	32,7
7	31,1 - 33,1	31,6
8	32,7 - 34,3	33,4
9	30,7 - 32,9	31,8

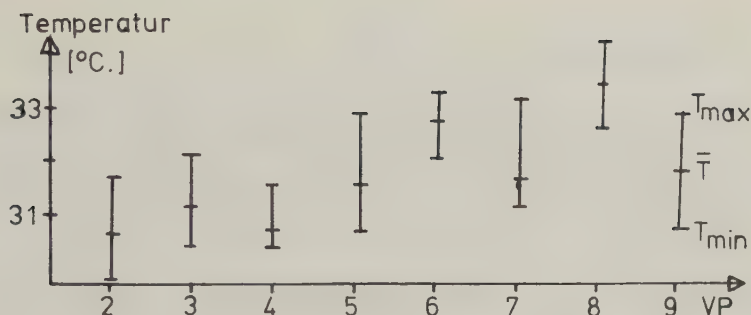


Abb. 4: Hauttemperaturspanne der Versuchspersonen vor Bestrahlung

$T_{\max}$ = Temp. ($^{\circ}\text{C.}$) des Feldes mit der höchsten Temperatur

$T_{\min}$ = Temp. ($^{\circ}\text{C.}$) des Feldes mit der tiefsten Temperatur

$\bar{T}$ = Temperaturmittelwert aller Felder aller Versuchspersonen

4.2.3.2. Nach Haarfarbe geordnet

Für die Versuchspersonengruppe mit dem Merkmal blondes, braunes bzw. schwarzes Haar wird die Temperaturspanne der Meßwerte an allen 6 Feldern erstellt und der Mittelwert der Gesäßhauttemperatur der jeweiligen Personengruppe errechnet.

Merkmal	Temperaturspanne ($^{\circ}\text{C.}$)	$\bar{T}$ ($^{\circ}\text{C.}$)
blond (VP 3, VP 6)	30,4 - 33,2	31,9
braun (VP 4, VP 7, VP 8, VP 9)	30,4 - 34,3	31,9
schwarz (VP 2, VP 5)	29,7 - 32,9	31,1

4.2.3.3. Nach Hautfarbe geordnet

Für die beiden Personengruppen mit blasser bzw. pigmentbetonter Haut wird die Temperaturspanne der Meßergebnisse an den 6 Feldern erstellt und der Mittelwert der Gesäßhauttemperatur der jeweiligen Personengruppe errechnet.

Merkmal	Temperaturspanne ($^{\circ}\text{C.}$)	$\bar{T}$ ($^{\circ}\text{C.}$)
pigmentbetont (VP 2, VP 4, VP 5, VP 7, VP 9)	29,7 - 33,1	31,2
blass (VP 3, VP 6, VP 8)	30,4 - 34,3	32,4

4.2.3.4. Nach Lokalisation am Gesäß geordnet

Aus den Temperaturwerten der proximalen (a,d), der mittleren (b,e) und der distalen Felder (c,f) aller Versuchspersonen wird der Mittelwert des jeweiligen Bereichs errechnet und somit eine topographische Temperaturverteilung der unbestrahlten Gesäßhaut erhalten, die durch die Angabe der Temperaturspanne ergänzt wird.

Feld	Temperaturspanne ($^{\circ}\text{C.}$)	$\bar{T}$ ($^{\circ}\text{C.}$)
a,d	30,5 - 33,7	32,2
b,e	30,0 - 33,4	31,4
c,f	29,7 - 34,3	31,3

4.3. Maximale Abweichung der gemessenen Werte von der Ausgangslage als Folge der UV-Bestrahlung

4.3.1. Maximale Grünremissionsminderung der Gesäßhaut nach UV-Bestrahlung

4.3.1.1. Nach Versuchspersonen geordnet

Es wird für jedes Versuchsfeld jeder einzelnen Versuchsperson die maximale Grünremissionsminderung errechnet. Die Spanne der Remissionsminderung ergibt sich aus dem Feld mit der größten und dem Feld mit der geringsten Remissionsminderung. $\Delta \bar{R}$ wird als Mittelwert der maximalen Remissionsminderung aller 6 Versuchsfelder der jeweiligen Versuchsperson gewonnen.

Maximale Remissionsminderung bedeutet die größte Minderung gegenüber der Ausgangslage zu einem beliebigen Zeitpunkt nach Bestrahlung.

Versuchs- person	Spanne der Remissionsminderung im grünen Spektralbereich (%)	$\Delta \bar{R}$ (%)
2	1,7 - 5,0	3,3
3	4,5 - 9,2	6,5
4	2,3 - 5,3	3,8
5	2,4 - 7,2	4,5
6	7,6 - 11,4	9,1
7	1,3 - 6,4	3,9
8	0,3 - 5,2	2,0
9	- 1,0 - 5,0	2,5

4.3.1.2. Nach Haarfarbe geordnet

Die Spanne der maximalen Minderung der Grünremission und die durchschnittliche maximale Grünremissionsminderung der Gesäßhaut nach UV-Bestrahlung für die Personengruppen mit verschiedener Haarfarbe:

Versuchs- person	Spanne der max. Remissionsmind. im grünen Spektralbereich (%)	$\Delta \bar{R}$ (%)
blond (VP 3, VP 6)	4,5 - 11,4	7,8
braun (VP 4, VP 7, VP 8, VP 9)	- 1,0 - 6,4	3,1
schwarz (VP 2, VP 5)	1,7 - 7,2	3,9

4.3.1.3. Nach Hautfarbe geordnet

Merkmal	Spanne der max. Rem.minderung im grünen Spektralbereich (%)	$\Delta \bar{R}$ (%)
pigmentbetont	- 1,0 - 7,2	3,6
blass	0,3 - 11,4	5,9

4.3.1.4. Nach Lokalisation am Gesäß geordnet

Die topographische Spanne, sowie das topographische Mittel der maximalen Grünremissionsminderung der Gesäßhaut nach Bestrahlung mit UV-Licht zeigt für alle Versuchspersonen folgende Tabelle:

Feld		Spanne der max. Rem.minderung im grünen Spektralbereich (%)	$\Delta \bar{R}$ (%)
a,d	↓ abnehm. Bestrahl.- dauer	2,7 - 9,7	5,8
b,e		0,3 - 11,4	4,6
c,f		- 1,0 - 9,1	3,0

4.3.2. Maximale Rotremissionsminderung der Gesäßhaut nach UV-Bestrahlung

4.3.2.1. Nach Versuchspersonen geordnet (siehe 4.3.1.1.)

Versuchs- person	Spanne der max. Rem.minderung im roten Spektralbereich (%)	$\Delta \bar{R}$ (%)
2	0,4 - 2,3	1,1
3	0,9 - 1,7	1,3
4	1,4 - 2,4	1,9
5	1,4 - 3,0	2,2

4.3.2.2. Nach Haarfarbe geordnet (siehe 4.3.1.2.)

Merkmal	Spanne der max. Rem.minderung im roten Spektralbereich (%)	$\Delta \bar{R}$ (%)
blond (VP 3)	0,9 - 1,7	1,3
braun (VP 4)	1,4 - 2,4	1,9
schwarz (VP 2, VP 5)	0,4 - 3,0	1,7

4.3.2.3. Nach Hautfarbe geordnet (siehe 4.3.1.3.)

Merkmal	Spanne der max. Rem.minderung im roten Spektralbereich (%)	$\Delta \bar{R}$ (%)
pigmentbetont (VP 2, VP 4, VP 5)	0,4 - 3,0	1,7
blass (VP 3)	0,9 - 1,7	1,3

4.3.2.4. Nach Lokalisation am Gesäß geordnet (siehe 4.3.1.4.)

Feld	Spanne der max. Rem.minderung im roten Spektralbereich (%)	$\Delta \bar{R}$ (%)
a,d	0,5 - 3,0	1,9
b,e	0,4 - 2,1	1,4
c,f	0,9 - 2,0	1,5

4.3.3. Maximale Temperatursteigerung der Gesäßhaut nach UV-Bestrahlung

4.3.3.1. Nach Versuchspersonen geordnet

Es wird für jede Versuchsperson die Spanne der maximalen Temperatursteigerung zwischen den einzelnen Feldern aufgezichnet und $\Delta \bar{T}$ als Mittelwert der Temperatursteigerungen an der mit UV-Licht bestrahlten Gesäßhaut für jede einzelne Versuchsperson errechnet.

Maximale Temperatursteigerung bedeutet die größtmögliche Temperatursteigerung zu einem beliebigen Zeitpunkt innerhalb 10 Std. nach der Bestrahlung.

Versuchs- person	Spanne der maximalen Hauttemperatursteigerung ($^{\circ}\text{C.}$)	$\Delta \bar{T}$ ($^{\circ}\text{C.}$)
2	0,3 - 1,2	0,6
3	1,7 - 4,2	3,0
4	1,0 - 2,9	2,2
5	0,2 - 2,4	1,5
6	0,5 - 1,5	1,1
7	1,1 - 2,7	2,1
8	- 0,3 - 0,9	0,3
9	0,2 - 1,2	0,6

4.3.3.2. Nach Haarfarbe geordnet

Für die Personengruppe mit den Merkmalen blondes, braunes bzw. schwarzes Haar wird die Spanne der maximalen Temperatursteigerung und die durchschnittliche maximale Temperatursteigerung $\Delta \bar{T}$ aller Felder der jeweiligen Personen-
gruppe aufgezeichnet.

Haarfarbe	Spanne der maximalen Hauttemperatursteigerung ($^{\circ}\text{C.}$)	$\Delta \bar{T}$ ($^{\circ}\text{C.}$)
blond (VP 3, VP 6)	0,5 - 4,2	2,1
braun (VP 4, VP 7, VP 8, VP 9)	- 0,3 - 2,9	1,3
schwarz (VP 2, VP 5)	0,2 - 2,4	1,1

4.3.3.3. Nach Hautfarbe geordnet

Es wird die Spanne der Temperatursteigerung der einzelnen Felder für Versuchspersonen mit pigmentbetonter oder blasser Haut aufgezeichnet. Die maximale Hauttemperatursteigerung $\Delta \bar{T}$ ergibt sich als Mittelwert der Temperatursteigerungen der Felder aller Personen einer Merkmalsgruppe.

Hautfarbe	Spanne der maximalen Hauttemperatursteigerung (°C.)	$\Delta \bar{T}$ (°C.)
pigmentbetont (VP 2, VP 4, VP 5, VP 7, VP 9)	0,2 - 2,9	1,4
blass (VP 3, VP 6, VP 8)	0,3 - 4,2	1,5

4.3.3.4. Nach Lokalisation am Gesäß geordnet

Aus den Hauttemperatursteigerungen der proximalen (a,d), der mittleren (b,e) und der distalen Felder (c,f) aller Versuchspersonen wird der Mittelwert $\Delta \bar{T}$ des jeweiligen Bereichs errechnet und somit eine topographische Verteilung der Hauttemperatursteigerung an der UV-bestrahlten Gesäßhaut erhalten.

Feld	Spanne der maximalen Hauttemperatursteigerung (°C.)	$\Delta \bar{T}$ (°C.)
a,d	0,2 - 3,7	1,1
b,e	0,1 - 4,2	1,6
c,f	0,3 - 3,2	1,7

5. Der Einfluß des H_2O - bzw. Solebades auf die Meßergebnisse

5.1. Remission im grünen Spektralbereich

5.1.1. Graphische Darstellung des Remissionsunterschiedes zwischen H_2O - und solebehandelten Erythemen gleicher Bestrahlungsdauer

Zum besseren Verständnis sei nochmals kurz wiederholt, daß die Felder a,b und c mit Wasser, die Felder d,e und f dagegen mit Solelösung behandelt wurden. Die Bestrahlung der Felder a und d dauerte am längsten, an Feld b und e wurde mittlere Bestrahlungsdauer angewandt, während c und f die am kürzesten bestrahlten Felder waren.

Die Erklärung der graphischen Darstellung der Remissionsunterschiede zwischen H_2O - und solebehandelten Erythemen gleicher Bestrahlungsdauer erfolgt an Hand der Abbildungen 5 bis 7. Am Beispiel der Versuchsperson 4 sind in der Abbildung 5 die Felder a und d (längste Bestrahlung), in der Abbildung 6 die Felder b und e (mittlere Bestrahlung) und in der Abbildung 7 die Felder c und f (kurze Bestrahlung) wie nachfolgend erklärt dargestellt. Die Meßergebnisse der mit Sole behandelten Felder werden in den Abbildungen 5a, 6a und 7a durch Kreise markiert, die über eine gestrichelte Linie verbunden sind, während die Meßergebnisse der wasserbehandelten Felder als über durchgezogene Linien verbundene Kreuze gezeichnet sind.

In den Abbildungen 5a, 6a und 7a wird jeder Meßwert eines bestimmten Feldes in Relation zum zugehörigen Ausgangswert (= Wert vor der Bestrahlung) gesetzt. Man erhält so die Kurven der "relativen Remission" (bezogen auf die Ausgangsremission vor der Bestrahlung). Der erste Wert dieser Kurven der relativen Remission ist jeweils 1.0.

In den Abbildungen 5b, 6b und 7b sind die Differenzen der relativen Remissionen zwischen den H_2O - und den solebehan-

delten Feldern gleicher Bestrahlungsintensität als Funktion der Zeit aufgezeichnet. Ausgangswert der Kurven ist der Wert 0.

Die Abbildungen 8 bis 15 stellen für alle Versuchspersonen die oben beschriebene Differenz der relativen Remissionen zwischen verschieden behandelten Feldern gleicher Bestrahlungsintensität dar. Zur Beschreibung der einzelnen Kurven gilt folgendes:

- $\Delta - - - \Delta$ Differenz der rel. Remission bei stark bestr. Feldern = r_1
 $+ - \cdot - \cdot - +$ Differenz der rel. Remission bei mittel bestr. Feldern = r_2
 $\circ \text{---} \circ$ Differenz der rel. Remission bei schwach bestr. Feldern = r_3

$$r_1 = \frac{\text{Remission (\%)} \text{ am Feld a}}{\text{Ausgangsremission Feld a (\%)}} - \frac{\text{Remission (\%)} \text{ am Feld d}}{\text{Ausgangsremission (\%) Feld d}}$$

$$r_2 = \frac{\text{Remission (\%)} \text{ am Feld b}}{\text{Ausgangsremission (\%) Feld b}} - \frac{\text{Remission (\%)} \text{ am Feld e}}{\text{Ausgangsremission (\%) Feld e}}$$

$$r_3 = \frac{\text{Remission (\%)} \text{ am Feld c}}{\text{Ausgangsremission (\%) Feld c}} - \frac{\text{Remission (\%)} \text{ am Feld f}}{\text{Ausgangsremission (\%) Feld f}}$$

5.1.2. Einfluß des einzelnen Bades auf den Remissionsverlauf

5.1.2.1. Zur Ermittlung des Einflusses eines Einzelbades auf die Differenz der relativen Remission werden nun alle Punktepaare gesucht, die unmittelbar vor und nach einem Bad gemessen wurden und somit sicher durch das Einzelbad beeinflusst wurden:

aus $r_{1,2,3}^{(n+1)}$ und $r_{1,2,3}^{(n-1)}$ werden diejenigen Paare gesucht, die folgende Bedingung erfüllen:

$r(n+1) - r(n-1) < 3,5$ Std., d.h. der Zeitabstand zwischen den Messungen vor und nach dem jeweiligen Bad muß, um sicher nur den Einfluß des Bades zu erfassen, kleiner sein als 3,5 Std. Dabei sei n die Folge der Bäder und Messungen. Aus der Summe aller n werden nur diejenigen erwählt, die ein Bad kennzeichnen.

5.1.2.2. Aus den so gewonnenen Meßpaaren werden Differenzen gebildet.

$$\Delta r_1 = r_1(n+1) - r_1(n-1)$$

$$\Delta r_2 = r_2(n+1) - r_2(n-1)$$

$$\Delta r_3 = r_3(n+1) - r_3(n-1)$$

Falls $\Delta r_{1,2,3} < 0$, d.h. falls die Kurve der Differenzen der relativen Remissionen zwischen H_2O - und solebehandelten Erythemen nach dem Bade abfällt, so gilt:

die Solelösung wirkt im Vergleich zum Leitungswasser erythemhemmend, weil die Remission an dem mit Solelösung behandelten Erythem weniger stark abgesunken ist.

Falls $\Delta r_{1,2,3} > 0$, d.h. falls die Kurve der Differenzen der relativen Remissionen zwischen H_2O - und solebehandelten Erythemen nach einem Bade ansteigt, so gilt:

das Leitungswasser wirkt im Vergleich zur Solelösung erythemhemmend, weil die Remission an dem mit Leitungswasser behandelten Erythem weniger stark abgesunken ist.

5.1.2.3. Ergebnis

a)	Anzahl der $\Delta r_1 < 0$:	12
	Anzahl der $\Delta r_1 > 0$:	14
b)	Anzahl der $\Delta r_2 < 0$:	11
	Anzahl der $\Delta r_2 > 0$:	15
c)	Anzahl der $\Delta r_3 < 0$:	9
	Anzahl der $\Delta r_3 > 0$:	17
d)	Anzahl der $\Delta r_{1,2,3} < 0$:	32
	Anzahl der $\Delta r_{1,2,3} > 0$:	46

Abb. 5a: Zeitlicher Verlauf der relativen Remission des wasser- und des solebehandelten Erythems nach der UV-Bestrahlung der Versuchsperson 4 mit einer Bestrahlungsdauer von 60 sec.

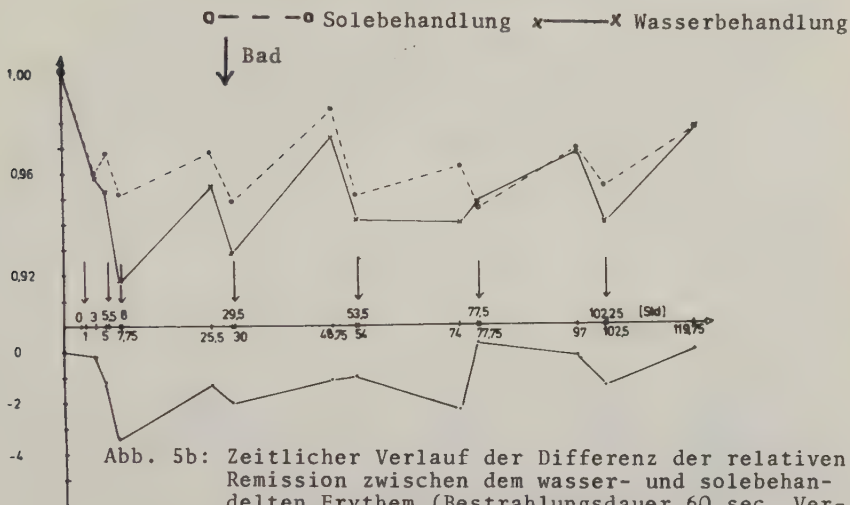


Abb. 5b: Zeitlicher Verlauf der Differenz der relativen Remission zwischen dem wasser- und solebehandelten Erythem (Bestrahlungsdauer 60 sec, Versuchsperson 4).

Abb. 6a: Zeitlicher Verlauf der relativen Remission eines wasser- und eines solebehandelten Erythems nach UV-Bestrahlung der Versuchsperson 4 mit einer Bestrahlungsdauer von 30 sec.

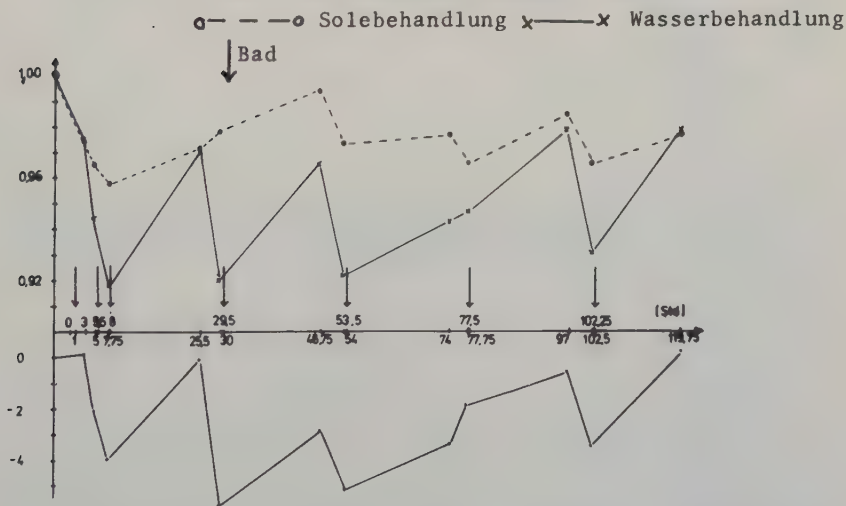


Abb. 6b: Zeitlicher Verlauf der Differenz der relativen Remission zwischen wasser- und solebehandeltem Erythem (Bestrahlungsdauer 30 sec, Versuchsperson 4)

Abb. 7a: Zeitlicher Verlauf der relativen Remission eines wasser- und eines solebehandelten Erythems nach UV-Bestrahlung der Versuchsperson 4 mit einer Bestrahlungsdauer von 15 sec.

○ — — ○ Solebehandlung x — — x Wasserbehandlung

↓ Bad

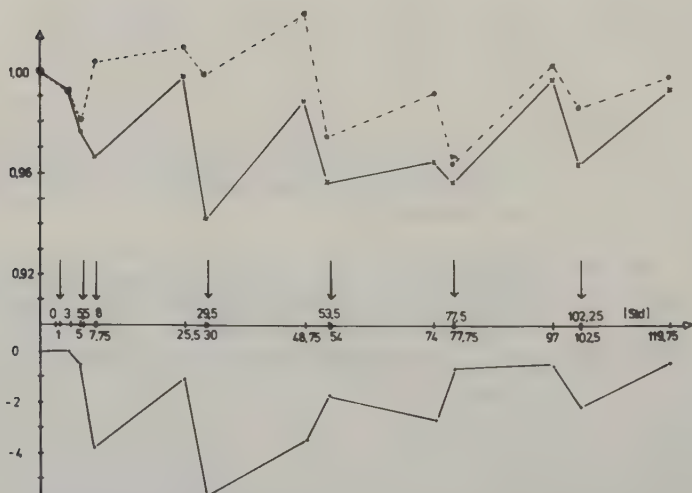


Abb. 7b: Zeitlicher Verlauf der Differenz der relativen Remission zwischen wasser- und solebehandeltem Erythem (Bestrahlungsdauer 15 sec, Versuchsperson 4)

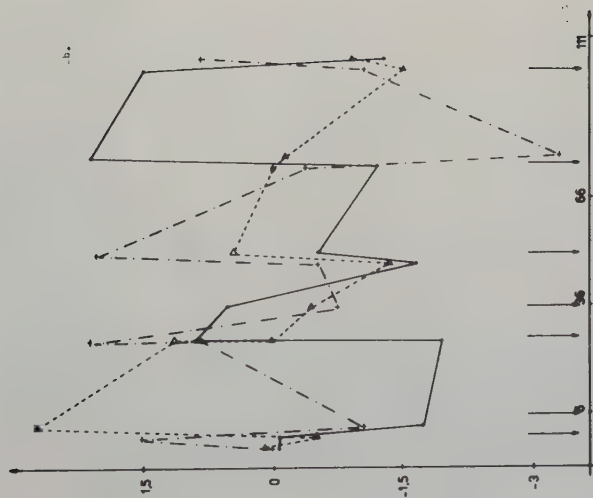


Abb. 8: Graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Differenz der relativen Grünremission zwischen wasser- und solarbehandelten Erythemen der Versuchsperson 2 nach UV-Bestrahlung.
 ▲- - - ▲ stärkste Bestr. ●- - - ● mittlere Bestr. ●- - - ● schwache Bestr. ↓ Bad

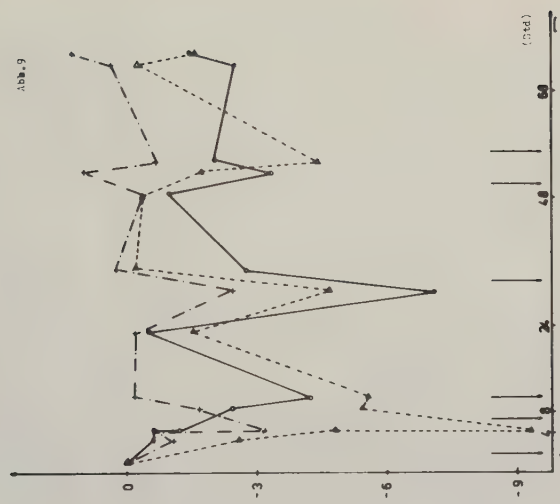


Abb. 9: Graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Differenz der relativen Grünremission zwischen wasser- und solarbehandelten Erythemen der Versuchsperson 3 nach UV-Bestrahlung.
 ▲- - - ▲ stärkste Bestr. ●- - - ● mittlere Bestr. ●- - - ● schwache Bestr. ↓ Bad

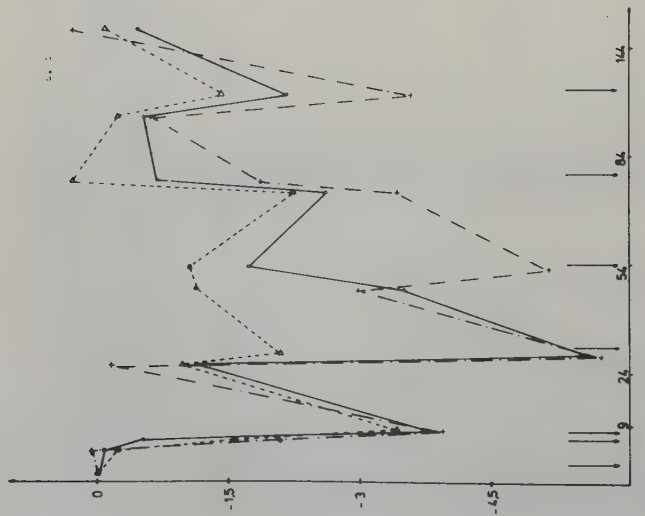


Abb. 10: Graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Differenz der relativen Grünemission zwischen wasser- und solarbehandelten Erythemen der Versuchsperson 4 nach UV-Bestrahlung.
 A—○—A starke Bestr., B—△—B mittlere Bestr., C—□—C schwache Bestr. ↓ Bad

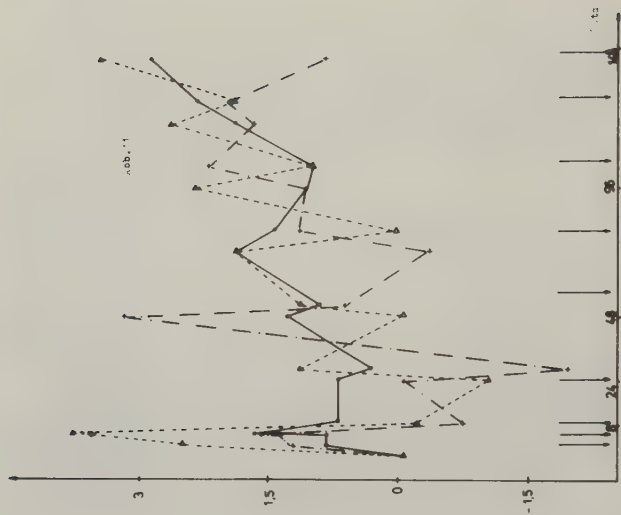


Abb. 11: Graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Differenz der relativen Grünemission zwischen wasser- und solarbehandelten Erythemen der Versuchsperson 5 nach UV-Bestrahlung.
 A—○—A starke Bestr., B—△—B mittlere Bestr., C—□—C schwache Bestr. ↓ Bad

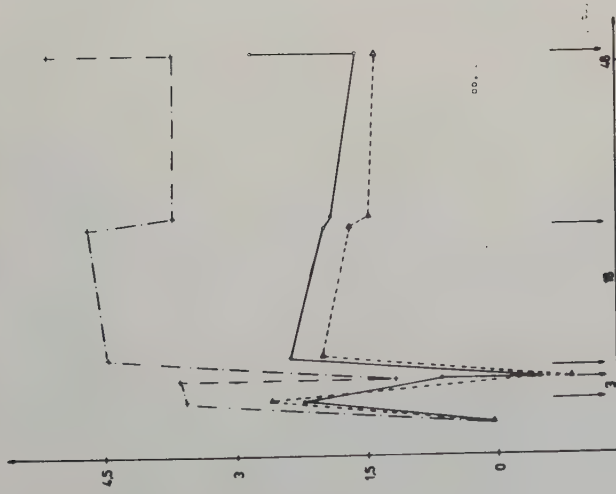


Abb. 12: Graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Differenz der relativen Grünemission zwischen wasser- und sonnenbehandelten Erythemern der Versuchsperson 6 nach UV-Bestrahlung
 ▲---▲ starke Bestr. +---+ mittlere Bestr. ●---● schwache Bestr. ↓ Bad

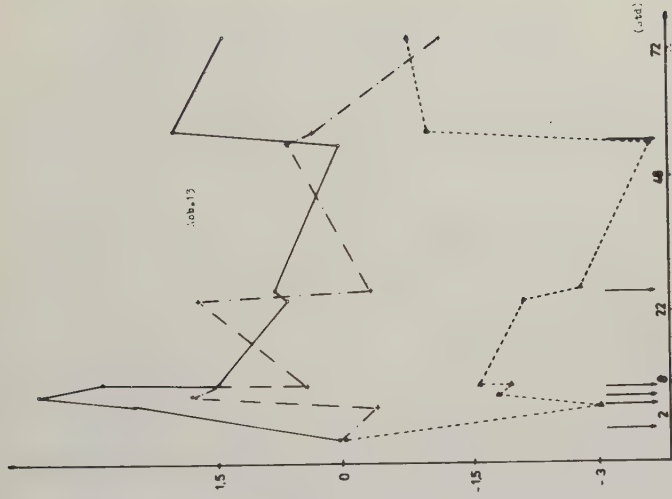


Abb. 13: Graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Differenz der relativen Grünemission zwischen wasser- und sonnenbehandelten Erythemern der Versuchsperson 7 nach UV-Bestrahlung.
 ▲---▲ starke Bestr. +---+ mittlere Bestr. ●---● schwache Bestr. ↓ Bad

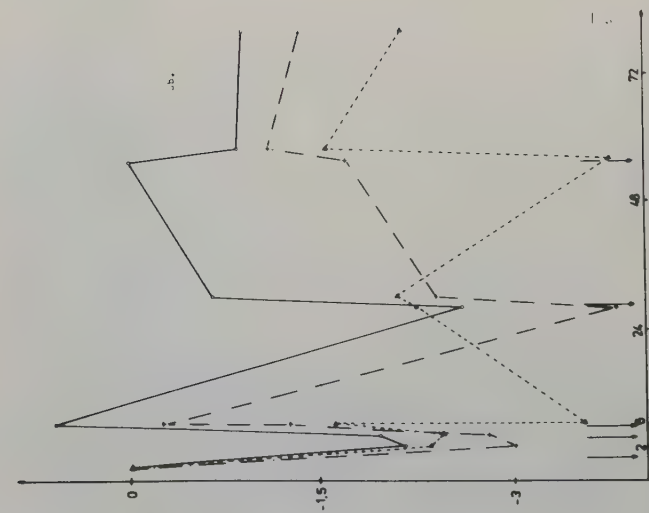


Abb. 14: Graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Differenz der relativen Grünemission zwischen wasser- und solarbehandelten Erythemen der Versuchsperson 8 nach UV-Bestrahlung.
 Δ- - - Δ starke Bestr. + · · · + mittlere Bestr. ● — ● schwache Bestr. ↓ Bad

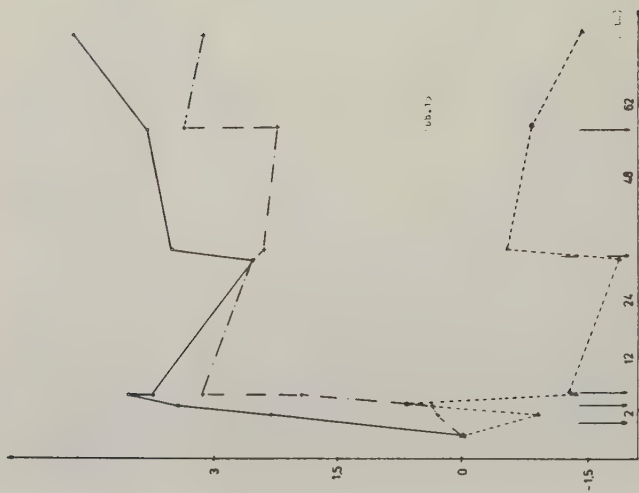


Abb. 15: Graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Differenz der relativen Grünemission zwischen wasser- und solarbehandelten Erythemen der Versuchsperson 9 nach UV-Bestrahlung.
 Δ- - - Δ starke Bestr. + · · · + mittlere Bestr. ● — ● schwache Bestr. ↓ Bad

5.2. Remission im roten Spektralbereich

5.2.1. Graphische Darstellung des Remissionsunterschiedes zwischen H_2O - und solebehandelten Erythemen gleicher Bestrahlungsdauer

Es gilt das unter 5.1.1. ausführlich Beschriebene. Die hierzugehörigen Abbildungen sind die Abbildungen 16 bis 22.

5.2.2. Einfluß des einzelnen Bades auf den Remissionsverlauf

Auch hierzu ist Ausführliches unter 5.1.2. beschrieben.

Ergebnis

a) Anzahl der $\Delta r_1 < 0$:	2
Anzahl der $\Delta r_1 > 0$:	5
b) Anzahl der $\Delta r_2 < 0$:	3
Anzahl der $\Delta r_2 > 0$:	4
c) Anzahl der $\Delta r_3 < 0$:	3
Anzahl der $\Delta r_3 > 0$:	4
d) Anzahl der $\Delta r_{1,2,3} < 0$:	8
Anzahl der $\Delta r_{1,2,3} > 0$:	13

Abb. 16a: Zeitlicher Verlauf der relativen Rotremission des wasser- und des solebehandelten Erythems nach der UV-Bestrahlung der Versuchsperson 4 mit einer Bestrahlungsdauer von 60 sec.

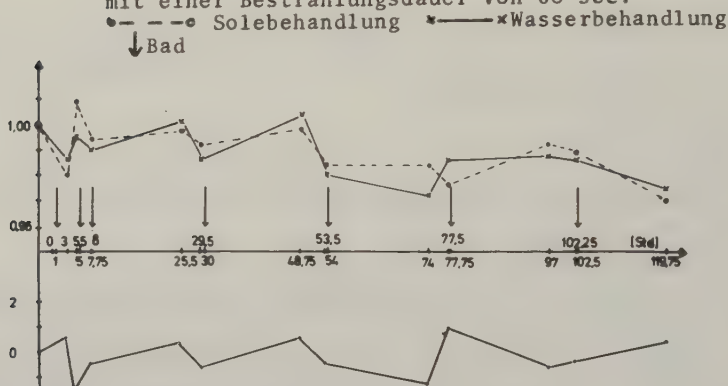


Abb. 16b: Zeitlicher Verlauf der Differenz der relativen Rotremission zwischen wasser- und solebehandeltem Erythem (Bestrahlungsdauer 60 sec, Versuchsperson 4).

Abb. 17a: Zeitlicher Verlauf der relativen Rotremission des wasser- und des solebehandelten Erythems nach UV-Bestrahlung der Versuchsperson 4 mit einer Bestrahlungsdauer von 30 sec.

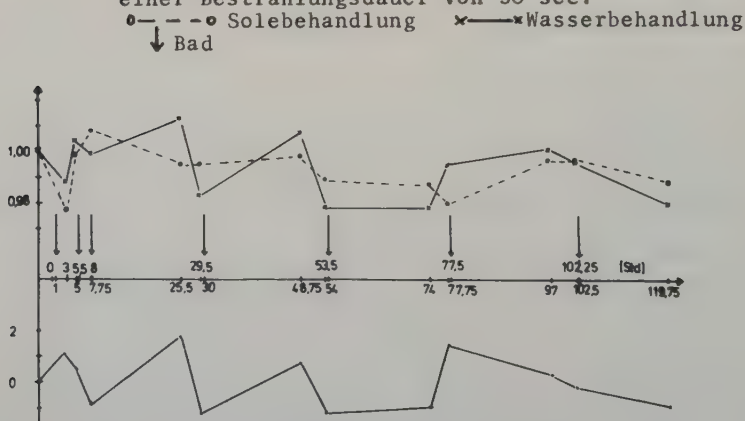


Abb. 17b: Zeitlicher Verlauf der Differenz der relativen Rotremission zwischen wasser- und solebehandeltem Erythem (Bestrahlungsdauer 30 sec, Versuchsperson 4).

Abb. 18a: Zeitlicher Verlauf der relativen Rotremission des wasser- und des solebehandelten Erythems nach der UV-Bestrahlung der Versuchsperson 4 mit einer Bestrahlungsdauer von 15 sec.

○ — — ○ Solebehandlung × — — × Wasserbehandlung
 ↓ Bad

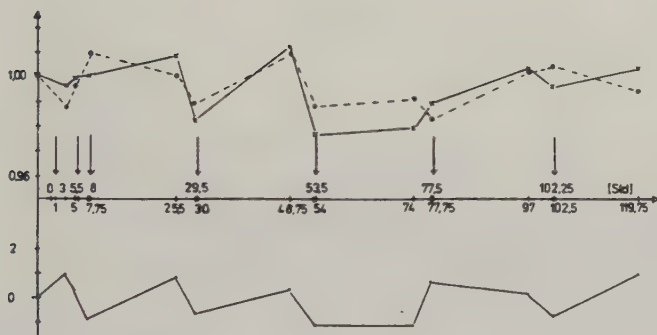


Abb. 18b: Zeitlicher Verlauf der Differenz der relativen Rotremission zwischen wasser- und solebehandeltem Erythem (Bestrahlungsdauer 15 sec, Versuchsperson 4)



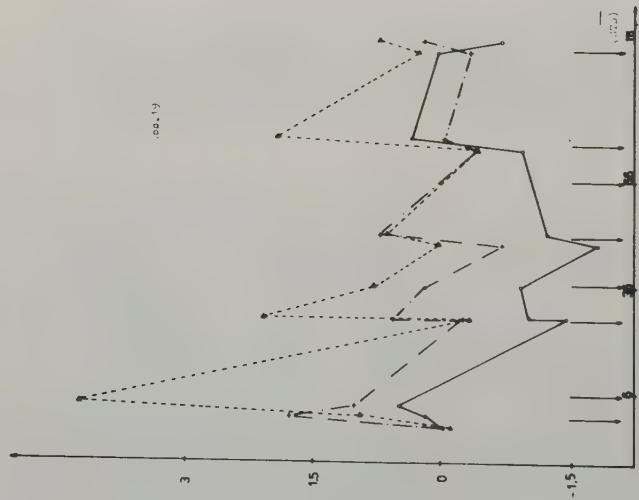


Abb. 19: Graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Differenz der relativen Rotremission zwischen wasser- und solarbehandelten Erythem der Versuchsperson 2 nach UV-Bestrahlung.
 ▲- - - + starke Bestr. + - - - + mittlere Bestr. ● - - - - schwache Bestr. ↓ Bad

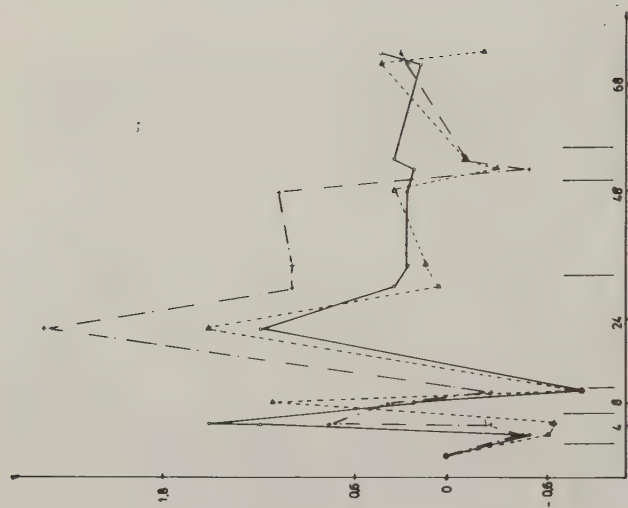


Abb. 20: Graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Differenz der relativen Rotremission zwischen wasser- und solarbehandelten Erythem der Versuchsperson 3 nach UV-Bestrahlung.
 ▲- - - + starke Bestr. + - - - + mittlere Bestr. ● - - - - schwache Bestr. ↓ Bad

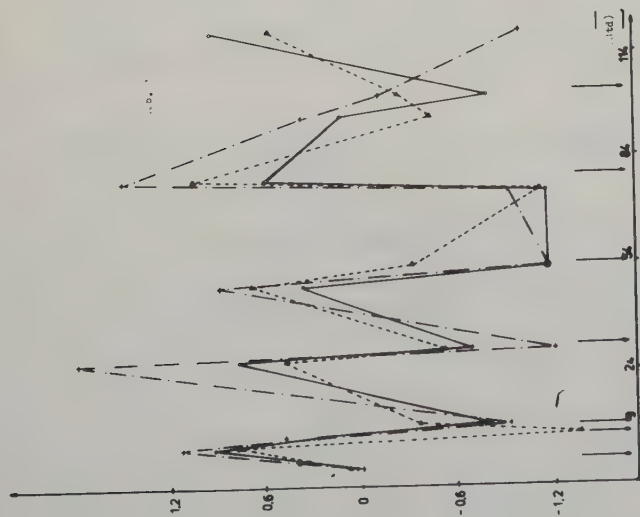


Abb. 21: Graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Differenz der relativen Rotremission zwischen wasser- und solarbehandelten Erythemem der Versuchsperson 4 nach UV-Bestrahlung. Δ - - - Δ starke Bestr. $\circ$ - - - $\circ$ mittlere Bestr. $\bullet$ - - - $\bullet$ schwache Bestr. $\downarrow$ Bad

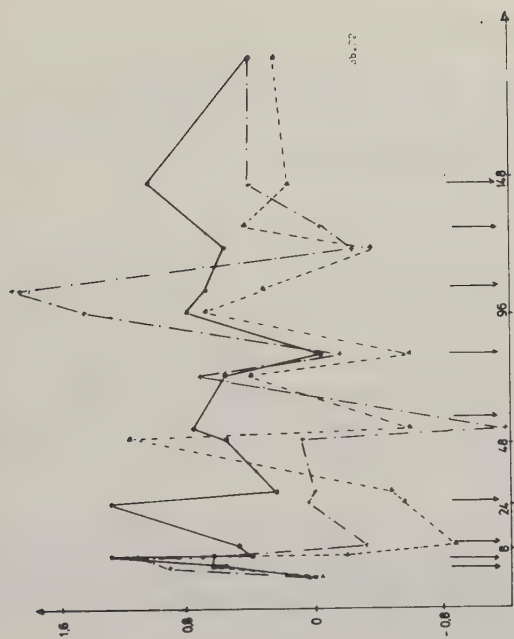


Abb. 22: Graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Differenz der relativen Rotremission zwischen wasser- und solarbehandelten Erythemem der Versuchsperson 5 nach UV-Bestrahlung. Δ - - - Δ starke Bestr. $\circ$ - - - $\circ$ mittlere Bestr. $\bullet$ - - - $\bullet$ schwache Bestr. $\downarrow$ Bad

5.3. Hauttemperatur

5.3.1. Graphische Darstellung des Hauttemperaturunterschiedes zwischen H_2O - und solebehandelten Erythemen gleicher Bestrahlungsdauer

Die Abbildung 23 gilt für Erytheme mit starker, die Abbildung 24 für Erytheme mit mittlerer, die Abbildung 25 für Erytheme mit schwacher Bestrahlung. In den Abbildungen 23a, 24a und 25a wird der zeitliche Verlauf der Hauttemperatur an den 6 Versuchsfeldern der Versuchsperson 4 aufgezeichnet. Die Meßergebnisse der solebehandelten Felder sind durch über gestrichelte Linien verbundene Kreise markiert, die der wasserbehandelten Felder mittels Kreuzen und durchgezogener Linien.

In den Abbildungen 23b, 24b und 25b sind die Differenzen der Hauttemperaturen zwischen H_2O - und solebehandelten Feldern jeweils gleicher Bestrahlungsintensität als Funktion der Zeit aufgetragen.

Die Abbildungen 26 bis 33 schließlich, stellen für alle Versuchspersonen den zeitlichen Verlauf der oben beschriebenen Differenz der Hauttemperatur zwischen den H_2O - und solebehandelten Erythemen gleicher Bestrahlungsintensität dar.

 Differenz der Hauttemperatur an den stark bestrahlten Feldern = t_1

 Differenz der Hauttemperatur an den mittel bestrahlten Feldern = t_2

 Differenz der Hauttemperatur an den schwach bestrahlten Feldern = t_3

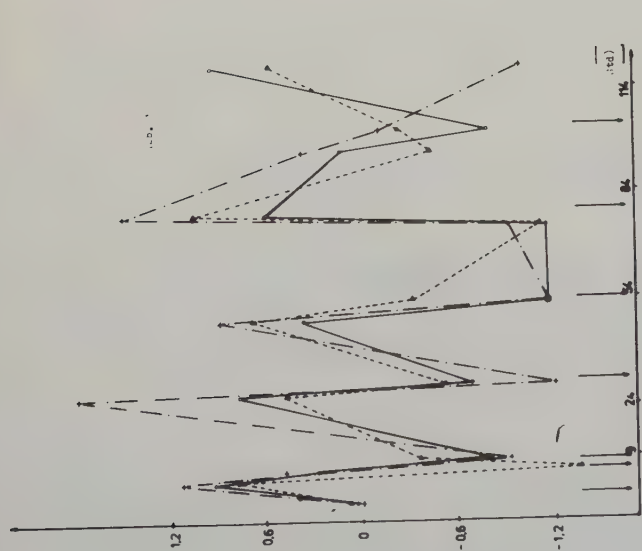


Abb. 21: Graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Differenz der relativen Rotremission zwischen wasser- und sonlebehandelten Erythem der Versuchsperson 4 nach UV-Bestrahlung. Δ - - - Δ starke Bestr. $+ - +$ mittlere Bestr. $\bullet$ — $\bullet$ schwache Bestr. $\downarrow$ Bad

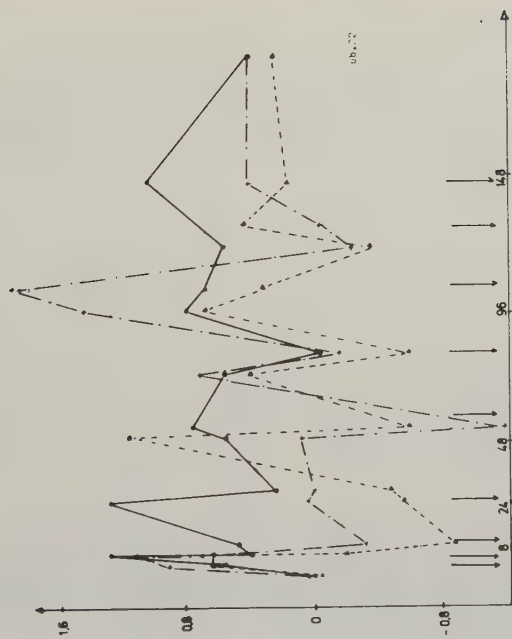


Abb. 22: Graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Differenz der relativen Rotremission zwischen wasser- und sonlebehandelten Erythem der Versuchsperson 5 nach UV-Bestrahlung. Δ - - - Δ starke Bestr. $+ - +$ mittlere Bestr. $\bullet$ — $\bullet$ schwache Bestr. $\downarrow$ Bad

5.3. Hauttemperatur

5.3.1. Graphische Darstellung des Hauttemperaturunterschiedes zwischen H_2O - und solebehandelten Erythemen gleicher Bestrahlungsdauer

Die Abbildung 23 gilt für Erytheme mit starker, die Abbildung 24 für Erytheme mit mittlerer, die Abbildung 25 für Erytheme mit schwacher Bestrahlung. In den Abbildungen 23a, 24a und 25a wird der zeitliche Verlauf der Hauttemperatur an den 6 Versuchsfeldern der Versuchsperson 4 aufgezeichnet. Die Meßergebnisse der solebehandelten Felder sind durch über gestrichelte Linien verbundene Kreise markiert, die der wasserbehandelten Felder mittels Kreuzen und durchgezogener Linien.

In den Abbildungen 23b, 24b und 25b sind die Differenzen der Hauttemperaturen zwischen H_2O - und solebehandelten Feldern jeweils gleicher Bestrahlungsintensität als Funktion der Zeit aufgetragen.

Die Abbildungen 26 bis 33 schließlich, stellen für alle Versuchspersonen den zeitlichen Verlauf der oben beschriebenen Differenz der Hauttemperatur zwischen den H_2O - und solebehandelten Erythemen gleicher Bestrahlungsintensität dar.

 Differenz der Hauttemperatur an den stark bestrahlten Feldern = t_1

 Differenz der Hauttemperatur an den mittel bestrahlten Feldern = t_2

 Differenz der Hauttemperatur an den schwach bestrahlten Feldern = t_3

t_1 = Hauttemperatur Feld a - Hauttemperatur Feld d

t_2 = Hauttemperatur Feld b - Hauttemperatur Feld e

t_3 = Hauttemperatur Feld c - Hauttemperatur Feld f

5.3.2. Einfluß des einzelnen Bades auf den Verlauf der Hauttemperatur

5.3.2.1. Zur Ermittlung des Einflusses eines einzelnen Bades auf die Hauttemperaturdifferenz zwischen wasser- und solebehandelten Erythemen werden alle Punktepaare gesucht, die unmittelbar vor oder nach einem Bad gemessen und somit sicher durch das einzelne Bad beeinflusst wurden.

Aus $t_{1,2,3} (n+1)$ und $t_{1,2,3} (n-1)$ werden diejenigen Paare gesucht, die folgende Bedingung erfüllen:

$t(n+1) - t(n-1) < 3,5$ Std., d.h. der Zeitabstand zwischen den Messungen vor und nach dem jeweiligen Bad muß, um sicher nur den Einfluß des einzelnen Bades zu erfassen, kleiner sein als 3,5 Std.. Dabei sei n die Folge der Bäder und Messungen. Aus der Summe aller n werden diejenigen gewählt, die ein Bad kennzeichnen.

5.3.2.2. Aus den so gewonnenen Meßpaaren werden wieder Differenzen gebildet.

$$\Delta t_1 = t_1 (n+1) - t_1 (n-1)$$

$$\Delta t_2 = t_2 (n+1) - t_2 (n-1)$$

$$\Delta t_3 = t_3 (n+1) - t_3 (n-1)$$

Falls $\Delta t_{1,2,3} > 0$, d.h. falls die Kurve der Hauttemperaturdifferenzen zwischen wasser- und solebehandelten Erythemen (Abb. 26 bis 33) nach einem Bad ansteigt, so gilt:

die Solelösung wirkt im Vergleich zum Leitungswasser erythemhemmend, weil die Hauttemperatur an dem mit Solelösung behandelten Erythem weniger stark angestiegen ist.

Falls $\Delta t_{1,2,3} < 0$, d.h. falls die Kurve der Hauttemperaturdifferenz zwischen wasser- und solebehandelten Erythemen nach einem Bad abfällt, so gilt:

das Leitungswasser wirkt im Vergleich zur Solelösung erythemhemmend, weil die Hauttemperatur an dem mit Leitungswasser behandelten Erythem weniger stark angestiegen ist.

5.3.2.3. Ergebnis

- a) Anzahl der $\Delta t_1 > 0 = 16$
 Anzahl der $\Delta t_1 = 0 = 4$
 Anzahl der $\Delta t_1 < 0 = 7$
- b) Anzahl der $\Delta t_2 > 0 = 14$
 Anzahl der $\Delta t_2 = 0 = 1$
 Anzahl der $\Delta t_2 < 0 = 12$
- c) Anzahl der $\Delta t_3 > 0 = 11$
 Anzahl der $\Delta t_3 = 0 = 3$
 Anzahl der $\Delta t_3 < 0 = 13$
- d) Anzahl der $\Delta t_{1,2,3} > 0 = 41$
 Anzahl der $\Delta t_{1,2,3} = 0 = 8$
 Anzahl der $\Delta t_{1,2,3} < 0 = 32$

Bestrahlungsdauer von 60 sec.

HT [°C]

•—• Bad x—x Wasserbehandlung

↓ Bad

10 29 30 31 32 33 34.5

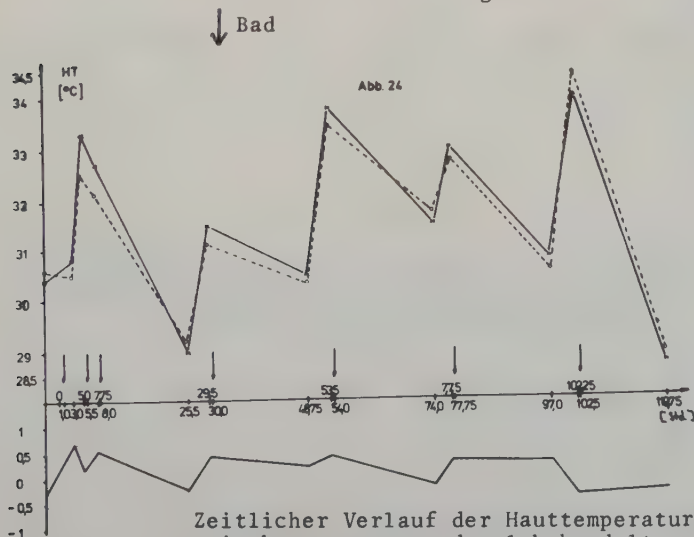
0 10.0 20.0 30.0 40.0 50.0 60.0 70.0 80.0 90.0 100.0 110.0 120.0 130.0 140.0 150.0 160.0 170.0 180.0 190.0 200.0

10.0 20.0 30.0 40.0 50.0 60.0 70.0 80.0 90.0 100.0 110.0 120.0 130.0 140.0 150.0 160.0 170.0 180.0 190.0 200.0

[Std]

-10 | Abb. 23b: Zeitlicher Verlauf der Hauttempera

○ — — ○ Solebehandlung x ——— x Wasserbehandlung



Zeitlicher Verlauf der Hauttemperaturdifferenz
zwischen wasser- und solebehandeltem Erythem
(Bestrahlungsdauer 60 sec, VP 4).

Abb. 25a: Zeitlicher Verlauf der Hauttemperatur an einem wasser- und einem solebehandeltem Erythem nach UV-Bestrahlung der Versuchsperson 4 mit einer Bestrahlungsdauer von 15 sec.

○ — — ○ Solebehandlung x — — x Wasserbehandlung
 ↓ Bad

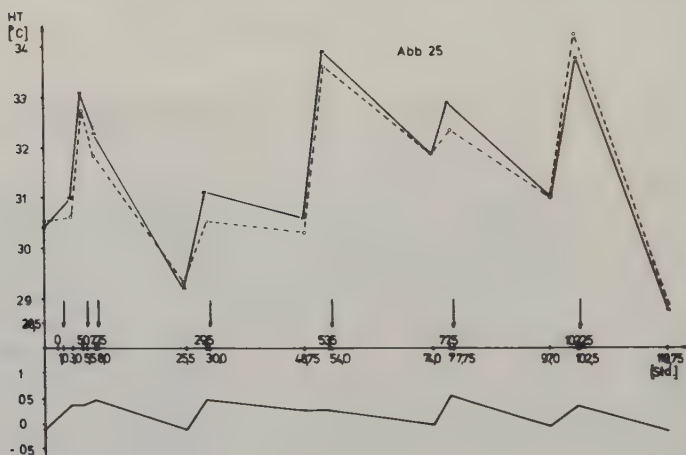


Abb. 25b: Zeitlicher Verlauf der Hauttemperaturdifferenz zwischen wasser- und solebehandeltem Erythem (Bestrahlungsdauer 15 sec, VP 4).

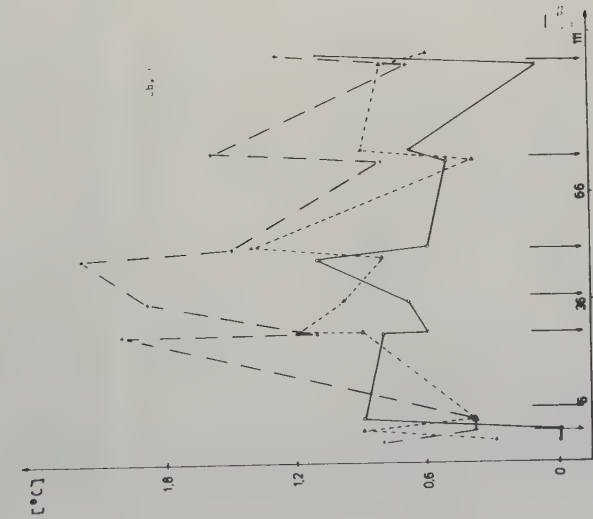


Abb. 26: Graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Hauttemperaturdifferenz zwischen wasser- und solebehandelten Erythemen der Versuchsperson 2 nach UV-Bestrahlung.

▲---▲ starke Bestr. ●---● schwache Bestr. — mittlere Bestr. ↓ Bad

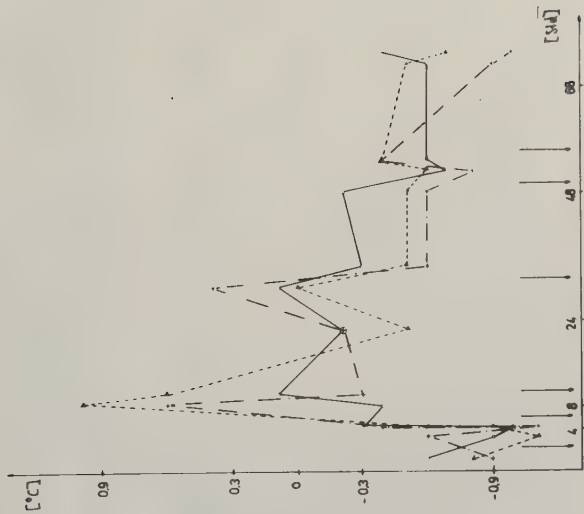


Abb. 27: Graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Hauttemperaturdifferenz zwischen wasser- und solebehandelten Erythemen der Versuchsperson 3 nach UV-Bestrahlung.

▲---▲ starke Bestr. ●---● schwache Bestr. — mittlere Bestr. ↓ Bad

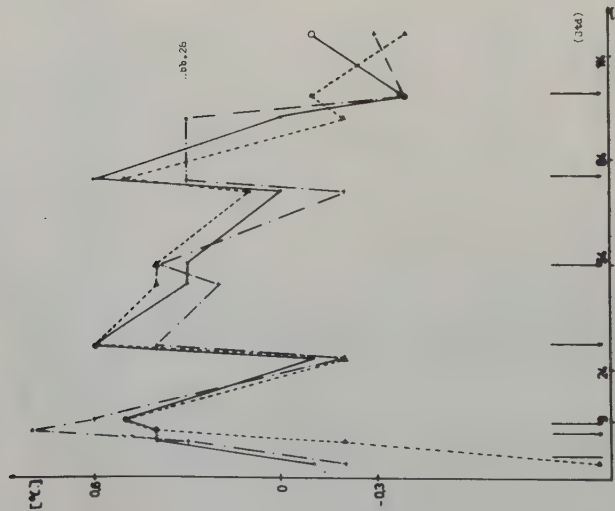


Abb. 28: Graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Hauttemperaturdifferenz zwischen wasser- und solebehandelten Erythemen der Versuchsperson 4 nach UV-Bestrahlung.
 ▲—▲ starke Bestr. ♦—♦ mittlere Bestr. ●—● schwache Bestr. ↓ Bad



Abb. 29: Graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Hauttemperaturdifferenz zwischen wasser- und solebehandelten Erythemen der Versuchsperson 5 nach UV-Bestrahlung.
 ▲—▲ starke Bestr. ♦—♦ mittlere Bestr. ●—● schwache Bestr. ↓ Bad

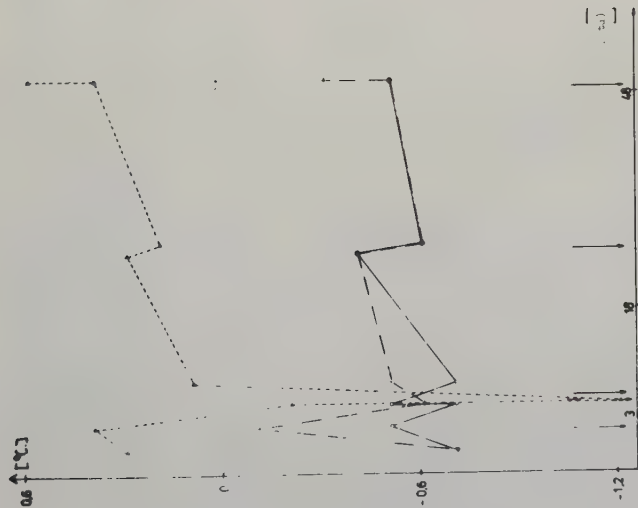


Abb. 30: Graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Hauttemperaturdifferenz zwischen wasser- und sonnebehandelten Erythemen der Versuchsperson 6 nach UV-Bestrahlung.
 ▲---▲ starke Bestr. +---+ mittlere Bestr. ◯---◯ schwache Bestr. ↓ Bad

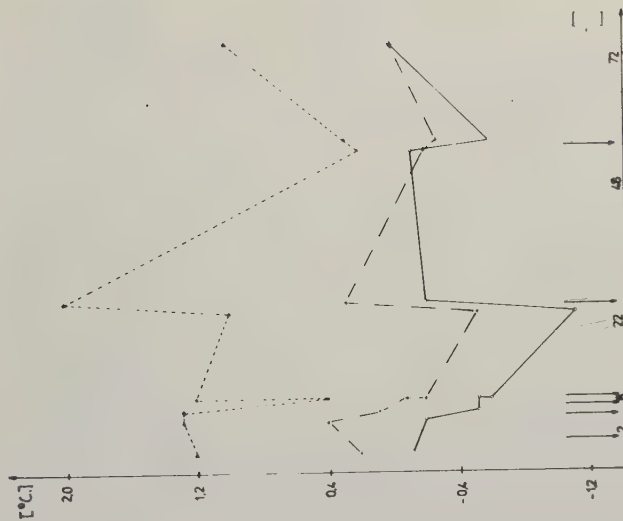


Abb. 31: Graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Hauttemperaturdifferenz zwischen wasser- und sonnebehandelten Erythemen der Versuchsperson 7 nach UV-Bestrahlung.
 ▲---▲ starke Bestr. +---+ mittlere Bestr. ◯---◯ schwache Bestr. ↓ Bad

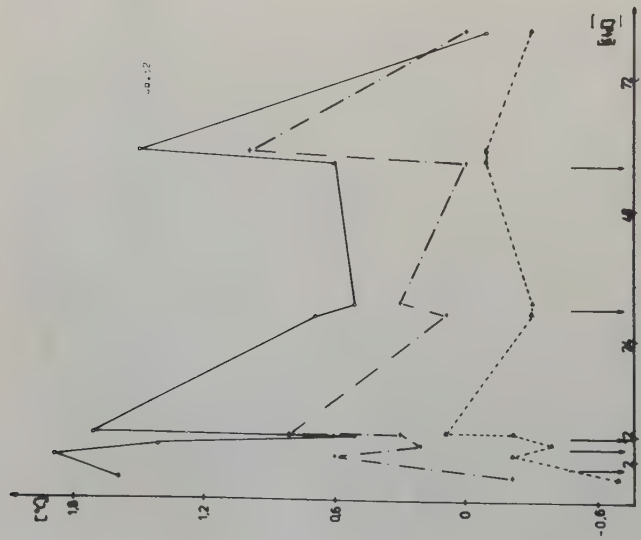


Abb. 32: Graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Hauttemperaturdifferenz zwischen wasser- und solebehandelten Erythemem der Versuchsperson 8 nach UV-Bestrahlung.
 ▲-▲-▲ starke Bestr. +--+ mittlere Bestr. ●-●-● schwache Bestr. ↓ Bad

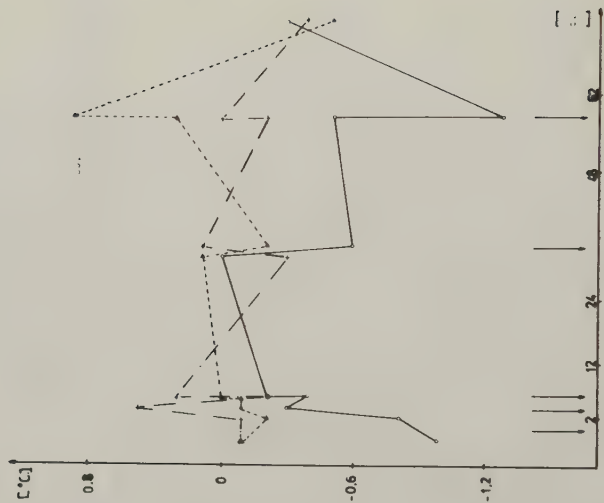


Abb. 33: Graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Hauttemperaturdifferenz zwischen wasser- und solebehandelten Erythemem der Versuchsperson 9 nach UV-Bestrahlung.
 ▲-▲-▲ starke Bestr. +--+ mittlere Bestr. ●-●-● schwache Bestr. ↓ Bad

6. Diskussion und Literatur

6.1. Remissionsphotometer

6.1.1. Technischer Aufbau (siehe Abb. 1)

Die spektrale Zerlegung des von einer Glühbirne emittierten Lichts erfolgt wie bei BÜTTNER (10), LANGE und HENSCHKE (24), SCHULZ-BOHNDORF (47) und beim Elrepho (21, 51, 55) durch Farbglassfilter.

Der Einstrahlungswinkel (Winkel zwischen Strahlengang und Haut) beträgt 90° , der Beobachtungswinkel (Winkel zwischen Beobachtungsrichtung und Haut) 30° . Auf diese Weise können die durch direkte Reflexion entstehenden Glanzlichter vermieden werden, sodaß allein die Remission gemessen wird.

Winkel von 45° bzw. 90° verwenden HELMKE (23), SCHULZ-BOHNDORF (47), BAUDACH-BÖHNE (5, 46) und das Elrepho von Zeiss-Oberkochen (21, 51, 55). Die beiden letztgenannten Geräte benutzen eine Ulbrichtkugel, bei der ein ganzes Bündel von Einstrahlungswinkeln erzeugt wird, deren Mittel letztlich wiederum 45° ergibt. Ungünstig ist der Strahlengang der Geräte nach LANGE-HENSCHKE (24), TRONNIER-WAGENER (53) und BODE (6), bei denen Einstrahlungs- und Beobachtungswinkel jeweils 90° betragen. Dadurch wird laut Reflexionsgesetz die Reflexion an glatten, ebenen Stellen der Haut mitgemessen.

Die Registrierung des Meßergebnisses geschieht über eine Selenzelle und ein Multiflex-Spiegelgalvanometer. Das Ablesen des Zeigerausschlags mit bloßem Auge birgt bei häufigen Messungen die Gefahr der Ermüdung. Nachträglich gesehen erscheint die Registrierung des Ergebnisses durch einen Schreiber sinnvoller. Netzspannungsschwankungen schalteten wir durch Speisung der Lichtquelle von einem stromstabilisierten Netzgerät aus. Die dadurch erreichte konstante Strahlungsintensität der Lichtquelle ist ebenso wie die konstante Empfindlichkeit der Selenzelle für die Reprodu-

zierbarkeit der Messungen unerläßlich.

Der besondere Vorteil unseres Geräts ist seine gute Handlichkeit. Der Meßkopf ist klein und vom Netzteil getrennt. Während bei anderen Geräten, die z.B. mit einem Stufen (6)- oder Pulfrichphotometer (5) ausgestattet sind, wegen ihrer Unhandlichkeit die Haut in den Strahlengang gebracht werden muß (50), kann unser Meßkopf leicht an sämtlichen Hautstellen aufgesetzt werden.

6.1.2. Wellenlängenbereich der Remissionsmessungen

6.1.2.1. Grünfilter

Der zur Verfolgung des Erythemverlaufs benutzte Wellenlängenbereich des grünen Glasfilters mit einem Transmissionsmaximum bei ca. 490-530 nm (siehe Abb. 34) stimmt in etwa mit den Meßbereichen von HENSCHKE-SCHULZE (24), TRONNIER (50), HEITE, WEBER (21), BÜTTNER (10), BODE (6) und HELMKE (23) überein. TRONNIER mißt in diesem Bereich in den ersten 4 Tagen nach Bestrahlung das Erythem, in den folgenden 4 Tagen das Pigment.

Die von BRETT und THEISMANN (9), JANSEN (28) und OJEDA (40) benutzten Wellenlängen 548, 551, 565, 575, 578 und 579 nm liegen alle im Bereich der Absorption von Hb und Hb-O₂ und werden durch den unterschiedlichen Sauerstoffgehalt des Blutes beeinflusst. Im Bereich um 500 nm, wo Hb und Hb-O₂ gleich stark absorbieren, besteht diese Gefahr nicht (48).

6.1.2.2. Rotfilter

Der rote Glasfilter unseres Remissionsphotometers hat seinen Transmissionsbereich zwischen 600 und 800 nm mit einem Maximum von ca. 750 - 800 nm. Es stimmt in etwa mit dem

Filter des Büttnerschen Gerätes (10) überein. SCHULZ-BOHN-DORF (47) messen bei 700 nm, während HENSCHKE u. SCHULZE (24), BODE (6) und BRETT u. THEISMANN (9) bei 630 nm messen.

JANSEN (27, 28) wählt 600 nm, HELMKE (23) 660 nm.

Die Verwendung solch unterschiedlicher Wellenlängen könnte durch eine Beobachtung TRONNIERS (48) erklärt werden. Er fand bei trockener Haut das optische Dichteminimum bei 640 nm, also im Spektralbereich von HENSCHKE u. SCHULZE, BRETT u. THEISMANN, BODE und HELMKE, während sich das Dichteminimum der feuchten Haut nach 800 nm verschiebt.

PFLEIDERER (42) gibt zu bedenken, daß die kräftigen Zyano-seabsorptionsbanden, die sich an den Bereich von 620 nm zur langwelligen Spektralseite hin anschließen zu Verwechslungen mit Pigment Anlaß geben können. Es ist daher auf evtl. vorhandene Zyanose zu achten, die PFLEIDERER durch mechanische oder thermische Maßnahmen zu beseitigen versucht. Außerdem fand PFLEIDERER (41) bei Untersuchungen an der blutfreien Leichenhaut, daß der pigmentbedingte Remissionsabfall bei 550 nm fast doppelt so groß war, als im roten Spektralbereich.

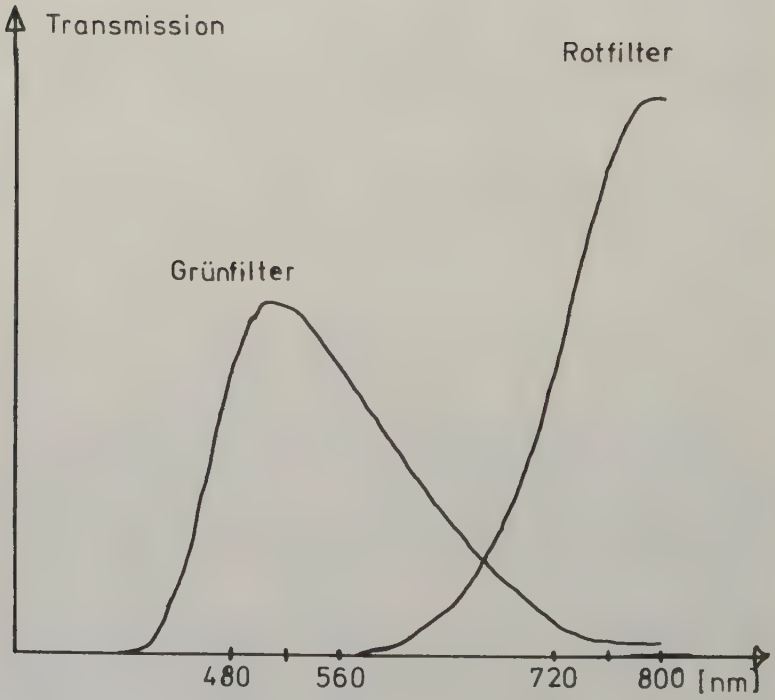


Abb. 34: Transmissionsspektrum der Farbglasfilter.

6.2. Versuchsanordnung

6.2.1. Wahl der Meßstelle

Die Untersuchungen wurden im oberen Teil des Gesäßes durchgeführt. Wichtig war, die Erythemfelder nicht zu hoch zu legen, da es sonst durch Reibung an Hosenbund, Gürtel usw. zu verstärkter Durchblutung, also zu Beeinflussung des Erythems kommen konnte.

Mit Verfälschung der Messungen durch zusätzliche Strahleneinwirkung (Sonne !) während der Meßperiode ist am Gesäß kaum zu rechnen. Auch die Strahlenvorbelastung und die dazu proportionale Gewöhnung ist dort mit Sicherheit nicht sehr groß und, was noch wichtiger ist, auf beiden Gesäßhälften sowohl quantitativ als auch regional gleich verteilt.

Die Arme sind wegen der möglichen unterschiedlichen Sonnenbelastung während der Meßperiode (z.B. geöffnetes Seitenfenster beim Autofahren), wegen der eventuell verschiedenen Strahlenvorbelastung (z.B. durch das Tragen von Uhren, Armbändern usw.) und wegen der teilweise sehr oberflächlich verlaufenden Gefäße nicht sinnvoll. Auch kosmetische Gründe sprechen gerade bei weiblichen Versuchspersonen dagegen.

WUCHERPFENNIG (56) wählt zur Ermittlung der Erythemschwelle die Haut des oberen Rückens, die er als "völlig UV-entwöhnt" annimmt. Das mag 1936 vielleicht noch gegolten haben, ist heute aber nicht mehr aufrecht zu erhalten. Beim weiblichen Geschlecht gibt es auch dort kosmetische Einwände und eine unterschiedliche Lichtempfindlichkeit an der Grenze zwischen der durch Badeanzug geschützten und der lichtexponierten Haut.

Die von TRONNIER (51, 49, 52) empfohlenen Oberschenkelstreckseiten sind vor allem wegen der starken Behaarung der männlichen Versuchspersonen ungeeignet.

TRONNIER (51) hält auch noch die Beugeseite des Unterarms für geeignet. Dort messen auch ELLINGER (14), HEITE u.

WURBS (22), BRETT u. THEISMANN (9), HEITE u. WEBER (21) und BÖHNE u. SCHREIBER (7). SCHÖNICKE (45) wählt für seine Untersuchungen ebenso wie TRONNIER die Oberschenkelstreckseite, die auch bei KIHN (30) zusätzlich zur Oberarmaußenseite Verwendung findet.

6.2.2. Anordnung der Meßfelder

Voraussetzung für einen korrekten Vergleich zweier Felder-reihen ist, daß sie sich an Orten möglichst identischer Lichtempfindlichkeit und anatomischer sowie physiologischer Hautbeschaffenheit befinden. Dieser Forderung wird durch eine spiegelbildliche Anordnung der zu vergleichenden Treppen auf den beiden Gesäßhälften weitgehend Rechnung getragen.

Einige Autoren (46, 50) berücksichtigen die biologische Tagesrhythmik der Haut durch den Vergleich mit einem benachbarten unbestrahlten Feld. Da es uns nicht auf die exakte quantitative Erfassung der Erythemreaktion ankommt, sondern allein auf den Vergleich zwischen sole- und H_2O behandeltem Feld, verzichten wir auf dieses Vergleichsfeld. Die biologische Tagesrhythmik wirkt sich nämlich auf das ganze Versuchsgebiet gleichermaßen aus und wird beim Seitenvergleich folglich wieder eliminiert.

6.2.3. Bestrahlung

6.2.3.1. Bestrahlungstreppe

Die geometrische Reihe unserer Bestrahlungstreppe, d.h. Steigerung der Dosis um jeweils den gleichen Prozentsatz, wird auch von HENSCHKE und SCHULZE (24) und HELMKE (23) benutzt.

Der Vorteil der geometrischen Reihe ist, daß sie stets gleiche Ablesegenauigkeit bietet, während die arithmetische Reihe bei kleinen Dosen geringe, bei großen Dosen große Ablesegenauigkeit bietet. (Verwendung bei SCHÖNICKE (45) und ELLINGER (14))

Die Steigerung der Dosis um jeweils 100 % ist für unsere mehr orientierend gedachten Versuche durchaus geeignet.

6.2.3.2. Bestrahlungsabstand

Der Bestrahlungsabstand von 50 cm ist auch in der Literatur (13, 23, 26, 30, 43, 45) üblich.

6.2.3.3. Bestrahlungsdauer

Die Einteilung des Versuchskollektivs in zwei Gruppen verschiedener Strahlenempfindlichkeit basiert auf Hinweisen in der UV-Literatur.

SCHÖNICKE (45) fand eine gewisse Parallelität zwischen Körpergewicht und Erythemschwelle. Die Hauptursache für die unterschiedliche Strahlenempfindlichkeit schreibt er jedoch dem Vegetativum (Sympathikus - Parasympathikus) zu. Bei vegetativ Stigmatisierten fand er eine bis zu 150 % erhöhte Erythemschwelle.

ELLINGER (14, 15) kam sogar zu einer Steigerung bis zu 250 %. Außerdem fand er, daß Blonde im Durchschnitt 30 - 40 % empfindlicher reagieren als Dunkelhaarige (15). Für den Jahresrhythmus mit einer minimalen Lichtempfindlichkeit im Sommer und einem Maximum im Frühjahr und Herbst, machte er die gesteigerte Schilddrüsenfunktion im Frühjahr und Herbst verantwortlich (14, 15).

WUCHERPFENNIG, EHRING und HEITE (57) konnten diesen Jahresrhythmus im großen und ganzen bestätigen, fanden jedoch praktisch keinen Einfluß der Haarfarbe auf die Erythem-

schwelle der strahlenunvorbelasteten Haut. Jedoch vermochte sich der Dunkelhaarige an wiederholte und gesteigerte Strahlenbelastung besser zu adaptieren.

MIESCHER (36) führt die Schwankungen in der Lichtempfindlichkeit auf individuell verschieden starke Keratinbildung zurück. Bei Menschen mit lockerem Stratum corneum könne es trotz gesteigerter Hornbildung zu frühzeitiger Abschilferung und damit zu einer schwächeren Lichtschwiele kommen.

Als Lichtschutz steht auch Pigment in der Diskussion. Es absorbiert zwar UV-Licht, jedoch kommt es nur bei der schwarzen Rasse als Schutz für die gesamte Epidermis in Frage. Bei der weißen Rasse liegt es nämlich nicht in der ganzen Oberhaut verteilt, sondern befindet sich vor allem in der Basalis. Somit ist die Schutzfunktion auf tieferliegende Schichten beschränkt.

Dem Hämoglobingehalt und der Erythrozytenzahl kommen laut ARNOLD, NÜRNBERGER und HOLZMANN (1) ebenfalls Einfluß auf die Lichtempfindlichkeit zu. Sie fanden bei Anämie eine signifikante Erniedrigung, bei Polyglobulie eine Steigerung der Erythemschwelle. In Einklang damit sehen sie die Ergebnisse von NEMEDA (38), der bei Schwangeren gegen Ende der Tragzeit gleichzeitig mit einer relativen Hydrämie (Senkung von Hb pro Fläche) erniedrigte Erythemschwellen fand, die sich noch im Wochenbett normalisierten.

6.2.3.4. Durchführung der Bestrahlung

Bei der gleichzeitigen Bestrahlung aller 6 Felder ist es bei einem Bestrahlungsabstand von 50 cm infolge der Wölbung des Gesäßes möglich, daß nicht alle Felder senkrecht in den Strahlengang kommen.

Bei getrennter Bestrahlung der einzelnen Felder, was sich als Alternativlösung anbietet, besteht jedoch die Schwierigkeit, die Strahlenintensität der Höhensonne konstant zu

halten.

Wir nahmen den verhältnismäßig geringen Unsicherheitsfaktor der ersten Bestrahlungsanordnung in Kauf. Bei dieser liegen die einzelnen Stufen (a und d, b und e, c und f) der Bestrahlungstreppe zwar in etwas verschiedenem Winkel, die zu vergleichenden Felder (a im Vergleich mit d, b mit e, c mit f) einer Stufe im gleichen Winkel zum Strahlengang. Und auf den Seitenvergleich kommt es bei unseren Untersuchungen schließlich an.

6.3. Äußere Bedingungen während der Versuchszeit

6.3.1. Jahreszeit

Die Untersuchungen fanden in den Monaten April, Mai und Juni statt. Die in dieser Zeit gelegenen Schönwetterperioden hatten auf die Meßergebnisse infolge der sonnengeschützten Lage der Versuchsfelder keinen Einfluß.

Die Auswirkung der wechselnden Lufttemperatur auf die Temperatur der Haut bleibt unberücksichtigt, da es ja nicht auf absolute Werte, sondern allein auf den Seitenvergleich ankommt.

6.3.2. Versuchsraum

Die Arbeiten wurden in einem teilweise abgedunkelten Raum des Balneologischen Instituts der Universität München durchgeführt. Durch den gleichzeitigen Betrieb eines wärmeabgebenden Spektralfluorometers war die Lufttemperatur schwankend. Diesbezüglich gilt ebenfalls das unter 6.3.1. Gesagte.

6.4. Fehlermöglichkeiten bei den Messungen

6.4.1. Remissionsmessungen

Im grünen Spektralbereich wurden pro Meßperiode und Meßfeld 4 Remissionswerte aufgenommen, im roten 3. Aus ihnen wurde das jeweilige Mittel errechnet. Wir gingen so vor, daß 4 bzw. 3 mal alle Felder a bis f hintereinander gemessen wurden. Der erhaltene Mittelwert engt den Fehlerbereich ein. Die Streubreite lag bei etwa 1 %.

An Fehlermöglichkeiten sind zu beachten:

6.4.1.1. Zu hoher Auflagedruck des Meßkopfes

Durch zu hohen Auflagedruck des Meßkopfes wird das Blut aus dem Erythembereich verdrängt. Darum waren wir besonders bei Messungen im grünen Spektralbereich, also in dem Bereich, der das Erythem erfaßt, bemüht, das Remissionsphotometer nur sanft auf der Haut aufzusetzen.

6.4.1.2. Schattenbildungen

Durch Hautunebenheiten können Schattenbildungen im Strahlengang entstehen, die durch geeignete Lokalisation der Bestrahlungsfelder vermieden werden können.

6.4.1.3. Zusätzlicher Lichteinfall

Helles Tageslicht oder grelle Zimmerbeleuchtung wird von der Selenzelle durch Streuung von der Seite sofort registriert. Es empfiehlt sich, die Messungen in abgedunkeltem Raum bei indirekter Beleuchtung durchzuführen. Zumindest ist es ratsam, bei der zur Eichung dienenden Remissionsmes-

sung am Teflonblättchen Blendvorrichtungen zu benützen. Es genügt schon, diese Messungen in einem Hohlkörper, z. B. einer Schachtel vorzunehmen.

6.4.1.4. Wärmeerythem

Zu langes Messen bei hoher Stromstärke führt zur Erwärmung des Meßkopfs. Es besteht die Gefahr, daß es durch Wärmewirkung auf die Haut zu einer Erweiterung der Hautgefäße, also zum Wärmeerythem kommt.

6.4.1.5. Schwankungen im Galvanometeraus Schlag

Zu Beginn der Messungen mußten wir ca. 1 Minute warten bis sich der Zeigeraus Schlag auf einen konstanten Wert einstellte. Das langsame und stetige Absinken zu diesem Wert könnte eventuell mit Hautreaktionen wie z.B. mechanischer Reizung durch den Meßkopf, Erwärmung der Haut durch die Lichtquelle zusammenhängen. Die von LANGEN (34) mit dem Gerät von Büttner festgestellte Ermüdbarkeit der Selenzelle nach längeren Reflexionsmessungen am weißen Körper dürfte dagegen bei der hier beschriebenen Versuchsanordnung keine Rolle spielen.

Da es uns nun nicht gelang, den Ausschlag des Spiegelgalvanometers über mehrere Minuten völlig konstant zu halten, gingen wir dazu über, zu jeder Hautmessung sofort die jeweilige Teflonreflexion zu ermitteln. Damit konnten wir die Fehlermöglichkeiten, die sich aus diesen Galvanometerschwankungen ergaben, weitgehend abfangen.

6.4.2. Hauttemperaturmessungen

Von jedem Feld wurden 3 Temperaturwerte bestimmt. Aus diesen 3 Werten errechneten wir das Mittel, welches die Fehlerbreite einengte. Die Streubreite lag bei etwa $0,2^{\circ}\text{C}$.

Die Temperaturmessung erforderte geringen Zeitaufwand. Nach Auflegen des Meßkopfes auf das Untersuchungsfeld konnte man nach 2 - 3 Sekunden den Temperaturwert am entsprechend geeichten Spiegelgalvanometer in Grad Celsius ablesen. Bei der Temperaturmessung war vor allem an 3 Fehlermöglichkeiten zu denken:

6.4.2.1. die Abhängigkeit vom Auflagedruck des Meßkopfes

Es war notwendig den Meßkopf mit stets gleichem Auflagedruck auf der Haut aufzusetzen. Stets diese Grammzahl zu erreichen war natürlich unmöglich, wir waren jedoch bemüht, hohen Auflagedruck mit der daraus resultierenden Anämie der betroffenen Hautstelle zu vermeiden.

6.4.2.2. die Abhängigkeit von der Lage zu Hautgefäßen

Erforderlich ist es weiterhin, selbst innerhalb des Meßfeldes den Meßkopf stets an der gleichen Stelle aufzusetzen. So kann am Rand eines Feldes durchaus andere Temperatur herrschen als im Zentrum. Verantwortlich dafür sind oberflächlich verlaufende Hautgefäße, in deren unmittelbarem Bereich natürlich höhere Temperaturen vorliegen als in relativ gefäßarmen Hautgegenden.

6.4.2.3. Ablesungenauigkeit des Galvanometerausschlags

Da, wie bereits erwähnt, die Hauttemperaturbestimmung relativ wenig Zeit in Anspruch nimmt, besteht die Möglichkeit, daß gerade diese Geschwindigkeit Flüchtigkeitsfehler beim Ablesen des Galvanometerausschlag begünstigt. Die Registrierung der Meßergebnisse durch einen Schreiber hätte wiederholte Kontrollen der ermittelten Werte erlaubt und wäre somit vorteilhafter gewesen.

6.4.3. Wärmeleitmessung

Nach der ersten Versuchsperson strichen wir die Messung des Wärmeleitvermögens aus unserem Programm. Sowohl bei diesem Probanden als auch bei den Vorversuchen konnten wir mit dem Gerät nach HENSEL keine reproduzierbaren Ergebnisse erzielen.

Es ergaben sich zwei Hauptschwierigkeiten:

6.4.3.1. Die Befestigung des Meßkopfes

HENSEL (25) empfiehlt, den Meßkopf mit Heftpflaster zu befestigen. Dabei kommt es jedoch zu Reizerscheinungen an der Haut. Die dadurch bedingte Durchblutungssteigerung überlagert sich der durch UV-Bestrahlung hervorgerufenen vermehrten Blutfülle. Diese Gefahr besteht umso mehr, da es durch die hohe Anzahl der Felder und die zahlreichen Messungen zu einem massiven Einsatz von Heftpflaster kommt.

6.4.3.2. Der Auflagedruck des Meßkopfes

Der Meßkopf muß bei allen Messungen konstante Kraft auf die Haut und die darunter liegenden Gefäße ausüben.

Der Grund dafür kann mit einem Modellversuch erklärt werden. Drückt man mit einem Glasspatel auf eine erythematöse Hautstelle, so verschwindet die Rötung. Das Blut wird weggedrückt und kann wegen der Kapillarkompression nicht an die unter dem Spatel liegende Stelle einfließen. Da die Wärmeleitmessung jedoch gerade diese Durchblutungsstärke erfaßt (26), ist es einzusehen, daß der Auflagedruck des Meßkopfes kleiner als der Kapillardruck, auf jeden Fall aber, zur Schaffung reproduzierbarer Bedingungen, konstant sein muß. Dies spricht auch gegen die Befestigung mit Heftpflaster, mit dem sich kaum konstanter Druck auf das Meßfeld ausüben läßt.

Um die gewünschte konstante Kraft zu erhalten, befestigten wir den Meßkopf an einem Stativ und schalteten zum Ausgleich des mit den Atemexkursionen wachsenden und fallenden Auflagedrucks eine Feder dazwischen. Diese Anordnung erbrachte jedoch leider keine Lösung des Problems. Schuld waren die Atembewegungen, die nicht rein senkrecht zur Meßfläche verliefen, sondern, wegen einer Komponente waagrecht dazu, die Haut ständig unter dem Meßkopf hin- und herschoben.

Im Verzicht auf die Messung der Wärmeleitzahl bestätigte uns eine Arbeit von HEITE und WURBS (22). Sie fanden, daß selbst bei 5-facher ultravioletter Hauterythemdosis noch keine eindeutige Änderung des Wärmeleitvermögens zu erkennen ist. Die Ursache dafür liegt in der alleinigen Erweiterung der obersten Hautgefäße nach UV-Bestrahlung, während die Wärmeleitmessung auch die tieferliegenden, größeren Hautgefäße erfaßt. Daher ist die Wärmeleitzahl nur zur Begutachtung des auch tiefere Regionen umfassenden Röntgenerythems geeignet.

6.5. Ergebnisse der Messungen

6.5.1. Remission im grünen Spektralbereich

6.5.1.1. Remission im grünen Spektralbereich vor der Bestrahlung

Die Ergebnisse unserer Messungen mit Angaben in der Literatur zu vergleichen ist schwierig. Unterschiede ergeben sich vor allem durch die verschiedenartige Lokalisation der Meßpunkte (Strahlenexposition an Rücken, Armen, Oberschenkeln bzw. keine Strahlengewöhnung am Gesäß) durch die verschiedenen Wellenlängen (das Transmissionsmaximum unseres Grünfilters zur Erinnerung: ca. 490 bis 530 nm) und durch die unterschiedliche Wahl des weißen Körpers, mit dessen Remission die Hautremission verglichen wird. Wir haben die Hautremission definiert als Prozentsatz der Lichtremission eines Teflonblättchens bei identischen Meßbedingungen und erhielten so an der Gesäßhaut Durchschnittswerte zwischen 59 % und 68 %, sowie Einzelwerte zwischen 57,2 % und 68,7 %. Dabei fanden sich bei ein und derselben Versuchsperson Unterschiede zwischen den einzelnen Meßpunkten von 0,7 % bis 5 %, meist jedoch von ca. 2 %. Bei den größeren Schwankungen (VP 2, VP 3) ist zu überlegen, ob sich die einzelnen Meßpunkte wirklich alle in einem Bereich gleicher Strahlenexposition befanden.

Remissionsgrößen aus der Literatur sind in der Tabelle 4 zusammengefaßt.

BODE (6)	51 % (bei 500 nm u. heller Haut)
	15 % (500 nm/pigmentierte Haut)
HEITE u.	
WEBER (21)	40 % (530 nm/helle Haut)
	26 % (530 nm/pigmentierte Haut)
BAUDACH u.	
SCHREIBER (4)	33 % (500 nm)
TRONNIER (51)	39 % (500 nm)
PFLEIDERER (42)	40 % (500 nm/helle Haut)
	25 % (500 nm/pigmentierte Haut)

Tabelle 4

Bei pigmentbetonten Versuchspersonen fanden wir eine durchschnittliche Remission von 61,6 %, die um mehr als 4 % unter den Werten der blassen Versuchspersonen (65,9 %) lag. Wir stimmen darin mit DORNO (13), PFLEIDERER (42) und BODE (6) überein.

Vergleicht man die Remissionswerte von Versuchspersonen mit verschiedener Haarfarbe, so liegen die Blonden mit 66,5 % am höchsten, gefolgt von den Braunhaarigen mit 62,1 %, während die Versuchspersonen mit schwarzer Haarfarbe die niedrigste Remission besaßen (61,9 %). Zu ähnlichen Ergebnissen kam auch DORNO (13).

Ein Vergleich der verschiedenen Meßfelder zeigt eine stetige Zunahme der Remission nach distal. Die proximalen Felder a u. d liegen mit 62,8 % unter den Werten von Feld b u. e (63,5 %).

Die distalen Felder c u. f remittieren mit 63,5 % dagegen genauso wie die Felder b u. e. Für dieses Verhalten findet sich schnell eine Erklärung. Die Felder a u. d mit der deutlich niedrigeren Remission liegen nahe der Gürtellinie und sind beim Sonnenbad noch am ehesten der Bestrahlung ausgesetzt. Bei erneuten Versuchen wäre es also zweckmäßig, die gesamte Felderreihe mehr nach distal zu legen und damit deutlich vom Badehosenbund abzusetzen.

6.5.1.2. Remission im grünen Spektralbereich nach der Bestrahlung

Die durchschnittliche Remissionsminderung bei unseren Versuchspersonen bewegte sich zwischen 2 % (VP 8) und 9 % (VP 6). Dies stimmt in der Größenordnung etwa mit den Ergebnissen der in Tabelle 5 zusammengefaßten Autoren überein.

BAUDACH u.		
SCHREIBER	(4)	ca. 9 % (504 nm), ca. 7,5 % (551 nm)
TRONNIER	(50)	6 - 8 % (500 nm)
LANGEN	(34)	9,5 %
BÖHNE u.		
SCHREIBER	(7)	8 % (500 nm)
HEITE u.		
WEBER	(21)	ca. 5 % (530 nm)

Tabelle 5

Bei pigmentierten Probanden war die Remissionsminderung (3,6 %) geringer als bei blassen (5,9 %). Auch der Vergleich der verschiedenen Haarfarben zeigt bei Blonden (7,8 %) den größten Remissionsabfall. Schwarz- und braunhaarige Versuchspersonen liegen mit 3,9 bzw. 3,1 % deutlich zurück. Verantwortlich dafür ist die bereits mehrfach erwähnte höhere Strahlenempfindlichkeit der blassen und blonden Menschen.

Die Felder mit der längsten Bestrahlung hatten wie erwartet die größte Remissionsminderung (5,8 %). Bei mittlerer Bestrahlungsdauer ergab sich ein Wert von 4,6 %, bei kurzer Bestrahlungsdauer von 3,0 %.

6.5.1.3. Zeitlicher Verlauf der Grünremission nach UV-Bestrahlung

Die Latenz, nach der es zum Abfall der Grünremission kommt, war bei unseren Versuchen nie länger als 3, aber auch nie kürzer als 1,5 Stunden. LANGEN (34) fand eine Latenzzeit von 2 - 3 Stunden, SCHALL und ALIUS (43) bis zu 7 Stunden, bei einer mittleren Latenz von 2 Stunden.

Bei unseren Versuchen kam es bis auf eine einzige Ausnahme (VP 2) nach der Latenz sofort zum Remissionsabfall, der nach frühestens 6,5 Stunden, meist jedoch um die siebte bis achte Stunde sein Maximum erreichte. Nach BAUDACH und SCHREIBER (4) ist nur bei schwachen Erythemen bereits nach 7 - 8 Stunden der maximale Remissionsabfall zu erwarten, während bei stärkeren dies oft erst nach 24 Stunden der Fall ist. Der Gipfel ist bei LANGEN (34) nach ungefähr 9 Stunden, jedoch soll auf diesen Gipfel nach 48 Stunden ein zweiter folgen.

Während SCHALL und ALIUS (43) von vier verschiedenen Remissionsverläufen nach UV-Bestrahlung sprechen, nämlich dem Gipfel-, Plateau-, Doppelgipfel- und Mischtyp, vereinfacht LANGEN (34) diese Darstellung durch die generelle Einführung von nur zwei Gipfeln der Remissionsänderung. Der erste Gipfel, der nach ca. 9 Stunden durch die sogenannten H-Substanzen der Hornschicht verursacht wird, sinkt in Folge des Abtransportes der auslösenden Substanzen durch die weitgestellten Kapillaren und wird nach ca. 48 Stunden durch einen zweiten Gipfel gefolgt, für den LANGEN das durch Schädigung des Stratum spinosum entstehende H-Kolloid verantwortlich macht.

BAUDACH und SCHREIBER (4) dagegen nennen fünf Phasen des Remissionsverlaufs nach UV-Bestrahlung:

1. Latenz
2. Vorreaktion mit erheblichem Absinken der Grünremission
3. Hauptreaktion mit maximalem Tiefpunkt der Grünremission
4. Zwischenreaktion
5. Nachreaktion mit wellenförmigen Schwankungen, die allmählich in die Remissionsschwankungen der normalen Haut einmünden.

Auch in unseren Versuchen sind diese von BAUDACH und SCHREIBER beschriebenen Phasen zu erkennen. Nur Versuchsperson 2 hat zunächst einen Remissionsanstieg, der schließlich in den Remissionsabfall der sogenannten Vorreaktion übergeht. Ursache für diesen Sachverhalt könnte der kurze Zeitabstand nach der ersten Bebadung sein: es könnten trotz sorgfältiger Trocknung kleinste Wasserreste oder Salzkristalle auf der Haut verblieben sein, die zu verstärkter Lichtreflexion oder Lichtstreuung führten.

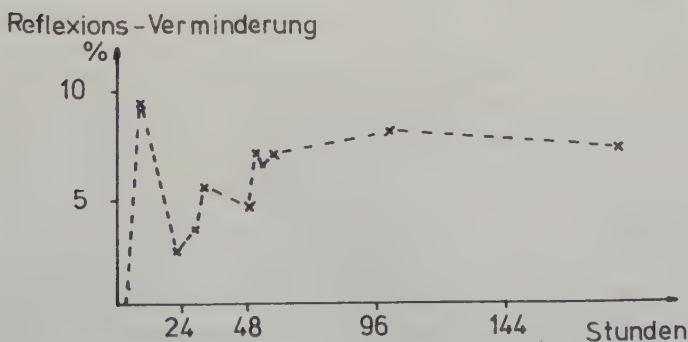


Abbildung 35: Zeitlicher Verlauf der Grünreflexionsminderung nach LANGEN (34)

6.5.2. Remission im roten Spektralbereich

6.5.2.1. Remission im roten Spektralbereich vor der Bestrahlung

Die Messung der Remission im roten Spektralbereich wurde nur bis zur fünften Versuchsperson durchgeführt, da in diesem Wellenlängenbereich nicht das Erythem, sondern die Pigmentbildung verfolgt werden kann. Und selbst dies ist, wie bei GÄRTNER (17) näher erläutert, umstritten.

Das Transmissionsmaximum unseres Rotfilters betrug ca. 750-800 nm. Die Einzelmessungen erbrachten Werte von 76 - 80,6 %. Es ergaben sich Differenzen an den verschiedenen Feldern bei ein und derselben Versuchsperson von 0,6 - 4,5 %, wobei die 4,5 % bei Versuchsperson 2 weit aus dem Rahmen fallen. Die Durchschnittsremissionswerte der einzelnen Versuchspersonen bewegten sich von 77,7 % bis 79,7 %.

Eine Literaturübersicht über Remissionswerte im roten Spektralbereich gibt die Tabelle 6.

TRONNIER (52)	52% (620 nm/blasse Haut)	59% (800 nm/blasse)
	35% (620 nm/pig. Haut)	49% (800 nm/pig.)
PFLEIDERER (42)	50% (630 nm/blasse)	56% (800 nm/blasse)
	38% (630 nm/pig. Haut)	53% (800 nm/pig.)
HEITE u.		
WEBER (21)	53% (620 nm/blasse)	59% (800 nm/blasse)
	35% (620 nm/pig.)	50% (800 nm/pig.)
BODE (6)	53% (630 nm/blasse)	57% (700 nm/blasse)
	17% (630/pig.)	55% (700 nm/pig.)
BAUDACH u.		
SCHREIBER (4)	52% (630 nm)	
DORNO (13)	90% (640 nm/blasse)	
	80% (640 nm/pig.)	

Tabelle 6

Die durchschnittliche Remission der pigmentbetonten Patienten war bei unseren Versuchen mit 78,7 % nur gering unter der der blassen Probanden (80 %). Bei blonden (80,0 %) und braunhaarigen (79,7 %) Versuchspersonen ist, wie auch bei DORNO (13) beschrieben, ein flaches Maximum der Remission. Die Tatsache, daß die proximalen Felder a u. d mit 78,2 % ein deutliches Minimum gegenüber Feld b u. e (79,1 %) bzw. Feld c u. f (79,6 %) aufweisen, erklärt sich wieder durch die gesteigerte Sonnenexposition und die daraus resultierende Pigmentierung an der Gürtellinie.

6.5.2.2. Remission im roten Spektralbereich nach der Bestrahlung

Die durchschnittliche Remissionsminderung unserer Probanden war mit ca. 1 % (VO 2) bis ca. 2 % (VP 5) kaum nennenswert. TRONNIER (50) gibt Rotminderungen von 3,5 % bis 4,5 % an, während BÜHNE und SCHREIBER (7) bei Erythemen kaum Remissionsminderung im roten Spektralbereich fanden.

Der Remissionsabfall war bei schwarz- und braunhaarigen Versuchspersonen mit durchschnittlich 1,9 bzw. 1,7 % etwas größer als bei blonden (1,3 %), was in Anbetracht der rascheren Pigmenteinlagerung nach Bestrahlung bei dieser Personengruppe auch zu erwarten war. Gleiches gilt für die Remissionsminderung bei pigmentbetonten (1,7 %) und blassen Versuchspersonen (1,3 %). Auch an der im Sonnenexpositions-grenzbereich gelegenen Gürtellinie ist der Remissionsabfall (1,9 %) größer als an den tieferen Feldern (1,4 bzw. 1,5 %), was auf raschere Pigmentbereitstellung schließen läßt.

6.5.2.3. Zeitlicher Verlauf der Rotremission nach UV-Bestrahlung

Unsere Untersuchungen erlauben keine schlüssigen Aussagen über den Verlauf der Remissionsminderung im Roten nach UV-Bestrahlung. Zumindest während der ersten beiden Tage kommt es kaum zu einem nennenswerten Remissionsabfall. Das mag daher rühren, daß es nach unseren Bestrahlungen zu keiner ausgeprägten Pigmentierung kam.

LANGEN (34) beschreibt nach UV-Bestrahlung erst vom dritten Tage an einen flach verlaufenden Abfall der Rotremission.

Nach JÜNGLING (29) beginnt die Pigmentation ebenfalls erst nach dem 2. - 3. Tag, nach HAUSSER u. VAHLE (20) gar erst ab dem 8. Tag, während BODE (6) ab dem 3. Tag ein Absinken der Rotremission fand.

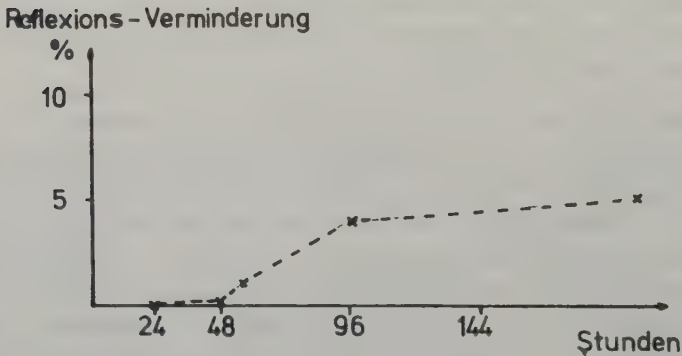


Abbildung 36: Zeitlicher Verlauf der Rotreflexionsminderung nach LANGEN (34)

6.5.3. Hauttemperatur

6.5.3.1. Hauttemperatur vor der Bestrahlung

Die durchschnittliche Temperatur der Gesäßhaut unserer Probanden bewegte sich zwischen 30,6 und 33,4 Grad Celsius.

NEUROTH (39) und WEZLER-THAUER (54) geben die durchschnittliche Temperatur der Hautoberfläche bei einer Raumtemperatur von 18-22° C mit 32,9 $\pm$ 1,4° C an. SCHEURER (44) registriert Hauttemperaturen von 32,5 - 35,5° C, LUBOLDT (36) von 32 - 34° C. Nach LANDOIS-ROSEMAN (33) beträgt die durchschnittliche Hauttemperatur bei 25,6° C Raumtemperatur 31,7° C. Während sich die Einzelwerte unserer Meßreihen von 29,7° C als Minimaltemperatur bis hin zu einem Maximum von 34,3° C erstrecken, beschreibt WEZLER-THAUER (54) mit 28,9 - 35,6° C einen Bereich, der mit dem unseren als fast identisch bezeichnet werden kann.

Besondere Bedeutung kommt natürlich den Literaturangaben über die Temperatur der Gesäßhaut speziell zu. Laut BURTON (11) beträgt sie 33,3° C, die Angaben von KÜNKEL (32) liegen mit 32,0 etwas niedriger, während LUBOLDT (36) dem oberen Gesäßteil 33,6, dem unteren jedoch nur 31,1° C zuschreibt. Betrachten wir nun unsere Ergebnisse unter letzterem Aspekt, so fällt auf, daß sich auch hier eine Abnahme der Hauttemperatur von proximal nach distal ergibt. Feld a u. d (der proximale Bereich) haben als Durchschnittstemperatur aller Versuchspersonen 32,2° C, Feld b u. e (der mittlere Bereich) 31,4° C, Feld c u. f (der distale Bereich) schließlich nur 31,3° C. Diese Abnahme der Hauttemperatur von proximal nach distal ist ganz allgemein auch bei ASCHOFF (2) und SCHEURER (44) vermerkt.

Auffällig ist, daß sich an symmetrisch gelegenen Hautfeldern oft beträchtliche Temperaturunterschiede fanden. Doch haben bereits COBET (12) und auch SCHEURER (44) diese Erfahrung gemacht. Während die maximale Temperaturdifferenz

symmetrisch gelegener Hautfelder bei unseren Versuchen $1,5^{\circ}\text{C}$ betrug (VP 8), ergab sich eine durchschnittliche Differenz zwischen symmetrisch gelegenen Feldern von ca. $0,5^{\circ}\text{C}$.

Laut COBET (12) finden sich am Stamm Asymmetrien bis 1°C .

6.5.3.2. Maximaler Temperaturanstieg nach der UV-Bestrahlung

LUBOLDT (36), der mit einer Hanauer Quarzdampflampe in einem Abstand von 30 - 80 cm 4 - 12 Minuten bestrahlte, beschreibt Temperaturanstiege bis zu drei Grad Celsius. Etwa im gleichen Bereich finden sich die Temperaturanstiege nach KIHN (30), die mit einer Hanauer Quarzdampflampe in einem Abstand von 50 cm mit der UV-Erythemschwellendosis bestrahlte. LANGEN (34) schließlich, der Temperaturerhöhungen bis zu 4°C fand, erwähnt schwachrote Erytheme mit Erniedrigung der Hauttemperatur gegenüber der Umgebung um mehrere Zehntel-Grad Celsius.

Wir selbst stellten bei den einzelnen Versuchspersonen innerhalb der ersten 10 Stunden einen Anstieg der durchschnittlichen Hauttemperatur von $0,3 - 3,0^{\circ}\text{C}$ fest. Der Mittelwert aller Versuchspersonen beträgt $1,4^{\circ}\text{C}$. Trotz geringerer Bestrahlungszeit lag der Anstieg der Durchschnittstemperatur bei blassen Versuchspersonen mit $1,5^{\circ}\text{C}$ nur wenig über dem Durchschnittswert der pigmentbetonten Versuchspersonen ($1,4^{\circ}\text{C}$). Auffällig ist, daß der Temperaturanstieg an den Feldern mit geringer Bestrahlungsdauer größer war als an den länger bestrahlten Feldern (a,d: $1,1^{\circ}\text{C}$ / b,e: $1,6^{\circ}\text{C}$ / c,f: $1,7^{\circ}\text{C}$). Allerdings ist zu bemerken, daß die Absoluttemperatur an den langbestrahlten proximalen Feldern immer noch höher war als an den kurz bestrahlten distalen Feldern.

6.5.3.3. Zeitlicher Verlauf der Hauttemperatur nach UV-Bestrahlung

Literaturangaben über den zeitlichen Verlauf der Hauttemperatur nach UV-Bestrahlung finden sich bei LANGEN (34), KIHN (30), LUBOLDT (36), sowie HAUSSER u. VAHLE (20). Nach LUBOLDT beträgt die Latenzzeit zwischen Bestrahlung und Hauttemperaturanstieg 3 - 6 Stunden und verkürzt sich proportional zur Bestrahlungsdauer. Bei den Messungen von KIHN (30) erreicht die Hauttemperatur nach fünf bis acht Stunden ihr Maximum und normalisiert sich in den folgenden 40 Stunden wieder.

LANGEN (34) beschreibt bei kräftigen UV-Erythemen bis zur 9. Stunde einen Temperaturanstieg von 1 - 4°C, nach 20 Stunden von ca. 1 - 2°C, nach 45 Stunden sei schließlich keine Temperaturerhöhung mehr feststellbar. Die Temperatur sinke bereits zu einem Zeitpunkt wieder, in dem das Erythem noch voll ausgebildet sei. Auch bei HAUSSER u. VAHLE (20) ist der Temperaturanstieg nach Bestrahlung nicht parallel zur Erythembildung. Die Temperatur steigt vor dem sichtbaren Erythem an und sinkt zu einem Zeitpunkt bereits wieder ab, bei dem das Erythem noch auf der Höhe seiner Entwicklung ist.

Wir selbst legten, wie bereits mehrfach erwähnt, keinen Wert auf absolute Temperaturwerte, sodaß bei den mannigfaltigen Einflüssen, denen die Hauttemperatur unterworfen ist, nur schwerlich ein Vergleich unserer Temperaturverläufe mit denen der obengenannten Autoren möglich ist. Wie jedoch aus den Abbildungen 23 bis 25 ersichtlich ist, erhalten wir einen phasenförmigen Temperaturverlauf. Dieser ist bedingt durch die verschiedenen äußeren und inneren Bedingungen, denen die Versuchspersonen zu den einzelnen Meßzeitpunkten unterworfen waren. Fraglich ist, wie weit die biologische Rhythmik diesen phasenförmigen Verlauf beeinflußt. Einen ähnlichen Verlauf zeigt übrigens die Sauerstoffaufnahme durch die Haut nach UV-Bestrahlung (30). Betrachtet man nun

allein die ersten Stunden nach der Bestrahlung - dabei kann von gleichen äußeren und inneren Bedingungen ausgegangen werden - so bemerkten auch wir, daß die Hauttemperatur bereits vor Sichtbarwerden des Erythems ansteigt und nach ca. 4 - 9 Stunden das Maximum erreicht.

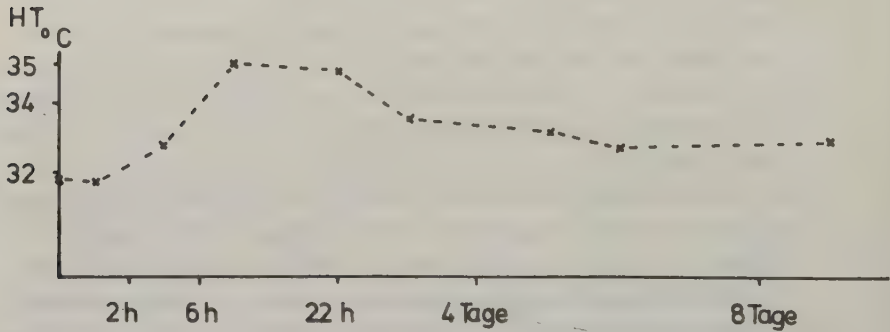


Abb. 37: Zeitlicher Verlauf der Hauttemperatur nach intensiver UV-Bestrahlung (30)

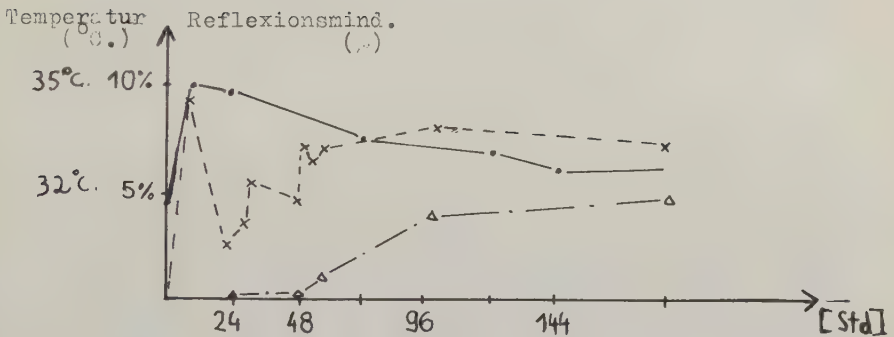


Abb. 38: Darstellung der Abb. 35-37 in einheitlichem Maßstab

- • — Hauttemperaturverlauf
- x - - - x Grünremissionsverlauf
- Δ - . - Δ Rotremissionsverlauf

6.6. Tendenzen

Die geringe Anzahl unserer Versuche läßt natürlich keine sicheren Schlüsse auf die Beeinflussung des UV-Erythems durch das einzelne Bad mit Solelösung oder Wasser zu. Das war aber auch nicht die Aufgabe dieser Dissertation. Dennoch läßt sich aus den Abschnitten 5.1.2.3., 5.2.2.3. und 5.3.2.2. folgende Tendenz vermuten:

Tendenz Nr. 1: Für starke Erytheme gilt: die Temperatursteigerung ist bei den mit Wasser behandelten Erythemen stärker, d.h. an diesen Erythemen ist die Durchströmungsgeschwindigkeit des Blutes größer als an den solebehandelten Erythemen.

Tendenz Nr. 2: Für schwache Erytheme gilt: der Remissionsabfall ist bei den mit Wasser behandelten Erythemen geringer, d.h. an diesen Erythemen ist die Blutfülle geringer als an den solebehandelten.

Zu Tendenz Nr. 1:

Das Ergebnis ist doch etwas überraschend. Eigentlich hatten wir mit dem Gegenteil gerechnet. So läßt das raschere Verdunsten des reinen Leitungswassers gegenüber Solelösung einen größeren Abkühlungseffekt erwarten. Diese rein physikalische Wirkung sollte noch durch die stärkere chemische Reizwirkung der Solelösung auf die Haut erhöht werden. Sucht man nach einer Erklärung für dieses Ergebnis, so muß man zunächst bedenken, daß die Messungen immer kurz nach einem Bad durchgeführt wurden. Es ist vorstellbar, daß infolge der Vasokonstriktion bei der rascheren Abkühlung durch Wasser die momentane Durchströmungsgeschwindigkeit des durch die H-Substanzenwirkung vermehrt im Kapillargebiet befindlichen Blutes steigt. Diese Annahme wird noch durch die Tatsache unterstrichen, daß die Tendenz Nr. 1 nur für die langbestrahlten Felder gilt, von denen starke Erythembildung mit reichlicher statischer Blutfülle zu erwarten ist. Natürlich läßt dies auch an eine medizinisch heilende Wirkung der Solelösung auf stark geschädigte Haut denken, was jedoch erst noch an Hand von Reihenuntersuchungen unter Beobachtung von Salz- und Säurehaushalt der Epidermis geklärt werden muß.

Eine Rolle könnte auch die größere Wasserbindungsfähigkeit und die daraus resultierende größere Durchfeuchtung der mit Solelösung gespülten Haut spielen.

Zuletzt ist noch, so paradox es auch klingen mag, denkbar, daß es durch die zusätzliche Reizwirkung der Solelösung zu einer exzessiven histaminbedingten Weitstellung der Kapillaren kommt, so daß als Folge schließlich ein Wärmeverlust eintritt. LIPROSS (35) der nach Bestrahlung mit UV-Licht

Absinken der Hauttemperatur beobachtete, stellte diese Wärmeverlusttheorie durch histaminbedingte Kapillardilatation auf.

Zu Tendenz Nr. 2:

Hier kommt es zum erwarteten Resultat. Die chemische Reizwirkung der Solelösung führt zu einer Erweiterung der Hautgefäße und damit zu gesteigerter statischer Blutfülle. Während dieser Effekt bei den stark und mittelstark bestrahlten Feldern kaum ausgeprägt ist, scheint er bei den schwach bestrahlten doch relativ deutlich zu sein. Daraus läßt sich nun der Schluß ziehen, daß die durch H-Substanzen bereits maximal erweiterten Gefäße im Bereich der starken Erytheme kaum noch auf zusätzliche Reizungen wie z.B. durch Solelösungen reagieren. Bei den schwachen Erythemen mit ihren mäßig erweiterten Gefäßen dagegen, ist noch zusätzliche Gefäßdilatation möglich.

Dies spricht allerdings gegen den Versuch, die Tendenz 1 als Folge eines durch zusätzliche Kapillardilatation der starken Erytheme bedingten Wärmeverlustes zu sehen.

6.7. Verbesserungsvorschläge

Damit die beschriebene Versuchsanordnung Reihenversuchen zugeführt werden kann, sind zunächst einige Änderungen vorzunehmen:

- 1) Damit ein besserer Vergleich mit den Ergebnissen der Hauttemperaturbestimmung anderer Autoren möglich ist, sollten die Untersuchungen doch in einem vollklimatisierten Raum stattfinden.
- 2) Zur Markierung der Bestrahlungsfelder ist die Pappschablone durch eine Schablone aus flexiblerem Material zu ersetzen. Dadurch wird eine bessere Anschmiegung an die anatomische Formung des Gesäßes ermöglicht.

- 3) Hauttemperatur und Grünremission zeigen in den ersten Stunden nach Bestrahlung ihre größte Änderung. Es ist daher sinnvoll am ersten Tag mehrere Messungen in kurzen Abständen durchzuführen, während zur Beobachtung des Langzeitverlaufs jeweils 1 Messung an den folgenden 3-4 Tagen genügt.
- 4) Um den stark phasenförmigen Verlauf der Meßwerte, bedingt durch die zahlreichen Bäder, zu begradigen, müßte man sich mit einem einzigen Bad im Anschluß an die Bestrahlung begnügen. Die Badezeit kann verlängert werden.
- 5) Wie bereits erwähnt, muß auf die Bestimmung der Wärmeleitzahl wegen methodischer Schwierigkeiten verzichtet werden.
- 6) Zuletzt sollte noch das Remissionsphotometer modifiziert werden. Um eine evtl. vorhandene Wärmewirkung der Lichtquelle auf die Haut zu vermeiden (siehe 6.4.1.4.) ist ein stärkerer Wärmefilter einzubauen. Der grüne Glasfilter kann durch einen Filter mit weniger breitem Transmissionsspektrum und einem Transmissionsmaximum bei 500 ersetzt werden. Die Bestimmung der Rotremission ist wenig aussagekräftig.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die angewandte Versuchsanordnung durchaus für Reihenuntersuchungen an der menschlichen Haut geeignet ist. Sie ist billig, wenig aufwendig, schnell und einfach durchführbar und genügend empfindlich.

7. Zusammenfassung

- 1) Es soll ein Hautmodell erprobt werden, welches die Wirkung der Sole auf Hautreaktionen erkennen läßt.
- 2) Mittels Messungen der Hautremission im grünen und roten Spektralbereich, der Hauttemperatur, sowie der Wärmeleitfähigkeit soll zur Verwirklichung dieses Modells die Wirkung von Mineralsalzlösungen auf die UV-bestrahlte Haut verfolgt werden.
- 3) Nach einigen Vorversuchen verzichteten wir auf die Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit und führten für die Hauttemperatur und die Grünremission Versuchsreihen mit 8, für die Rotremission Versuchsreihen mit 4 Probanden durch. Dazu wurden an den beiden Gesäßbacken 2 Bestrahlungstrepfen mit je 3 Feldern gesetzt. Die Intensität der Bestrahlung nahm nach der Art einer geometrischen Reihe von distal nach proximal zu. Eine Bestrahlungstreppe wurde danach mit Leitungswasser, die andere mit 5 % iger Rheinfelderer Solelösung behandelt.
- 4) Die Ergebnisse der Untersuchungen werden zunächst nach verschiedenartigen Gesichtspunkten geordnet. Als Kriterien gelten Haar- und Hautfarbe, Bestrahlungsdauer, Topographie. Dabei zeigt die unbestrahlte Haut unserer Versuchspersonen ein Abfallen sowohl der Rot- als auch der Grünremission von den blonden über die braunen zu den schwarzhaarigen Versuchspersonen und von blasser Haut zu pigmentbetonter Haut. Von proximal nach distal nimmt die Grün- und die Rotremission zu. Die Hauttemperatur ist bei blonden und braunhaarigen höher als bei schwarzhaarigen Versuchspersonen und bei blasser höher als bei pigmentbetonter Haut. Von proximal nach distal nimmt die Hauttemperatur ab. Nach Bestrahlung ist die maximale Grünremissionsminderung bei Blondes trotz geringerer Bestrahlungsdauer größer als bei Schwarz- und Braunhaarigen, bei blasser Haut trotz geringerer Be-

strahlungsdauer größer als bei pigmentbetonter und nimmt schließlich mit abnehmender Bestrahlungsdauer ebenfalls ab. Die maximale Rotremissionsminderung ist bei braun- und schwarzhaarigen Versuchspersonen größer als bei blonden, bei pigmentbetonter Haut größer als bei blasser und ist bei großer Bestrahlungsdauer größer als bei geringer Bestrahlungsdauer. Die maximale Hauttemperatursteigerung ist bei Blonden am höchsten, bei blasser und pigmentbetonter Haut annähernd gleich und ist bei geringer Bestrahlungsdauer höher als bei langer Bestrahlungsdauer.

Beim Vergleich dieser Werte mit denen anderer Autoren sind zahlreiche Übereinstimmungen zu erkennen.

- 5) Zum Vergleich des wasser- und solebehandelten Erythems wird der Remissions- und Temperaturunterschied zwischen beiden graphisch dargestellt. Am Verlauf dieser Kurven wird der Effekt des Einzelbades auf Remission und Hauttemperatur untersucht. Es zeigt sich die Tendenz, daß Solelösungen bei schwachen Erythemen zu vermehrter Blutfülle führen, daß aber andererseits das Leitungswasser die Blutströmungsgeschwindigkeit in starken Erythemen zu beschleunigen vermag. Die geringe Anzahl von Versuchen läßt jedoch keine signifikante Aussage zu.
- 6) In der Diskussion erfolgt die kritische Auseinandersetzung mit der Versuchsanordnung. Es werden Fehlerquellen erörtert und der Verzicht auf die Wärmeleitmessung begründet. Als Hauptfehlerquellen ergeben sich:
Bei der Bestrahlung des Gesäßes ist es beim üblichen Bestrahlungsabstand von 50 cm infolge der anatomischen Wölbung des Gesäßes schwierig, alle 6 Felder senkrecht in den Strahlengang zu bringen. Ferner führt sowohl bei der Hauttemperaturmessung als auch bei der Remissionsbestimmung zu hoher Auflagedruck zu einer Anämie des Meßfeldes. Bei der Remissionsmessung muß außerdem ein zu starkes Erwärmen des Meßkopfes verhindert werden, da es

sonst zur Ausbildung eines Wärmeerythems kommen kann. Die Bestimmung der Wärmeleitzahl scheitert an der Schwierigkeit, den Meßkopf in geeigneter Weise am Gesäß zu fixieren. Heftpflasterstreifen führen zu zusätzlicher Hautreizung, die Erreichung eines konstanten Auflagedrucks gelingt selbst unter Verwendung eines Stativs mit Feder nicht.

- 7) Nach Verbesserungsvorschlägen zur Methodik (vollklimatisierter Versuchsraum, flexible Bestrahlungsschablone, vermehrte Messungen am 1. Tag nach Bestrahlung, ein einziges Bad anstelle von Badeserien, Modifizierung des Remissionsphotometers durch Einbau eines stärkeren Wärme-
filters und eines Spektralfilters mit weniger breitem Transmissionsspektrum) werden abschließend die Kriterien genannt, welche die hier beschriebenen Versuchsanordnung für Reihenuntersuchungen geeignet erscheinen lassen: die Methode ist billig, wenig aufwendig, schnell und einfach durchführbar, genügend empfindlich.

8. Verzeichnis von Abbildungen und Tabellen

Tab. 1: Versuchsablaufschema für die Versuchsperson 7

Tab. 2: Zusammenstellung des Probandengutes

Tab. 3: Meßergebnisse

Tab. 4: Grünremissionswerte an der unbestrahlten Haut

Tab. 5: Grünremissionsminderung an der bestrahlten Haut

Tab. 6: Rotremissionswerte an der unbestrahlten Haut

Abb. 1: Konstruktionszeichnung des Remissionsphotometers

Abb. 2: Anordnung der Meßfelder am Gesicht

Abb. 3: Grünremissionsspanne für die einzelnen Versuchspersonen vor der Bestrahlung

$R_{\max}$ = Remission (%) des Feldes mit der größten Remission

$R_{\min}$ = Remission (%) des Feldes mit der geringsten Remission

$\bar{R}$ = Mittelwert (%) der Remission aller 6 Versuchsfelder einer Versuchsperson

Abb.3a: Rotremissionsspanne für die einzelnen Versuchspersonen vor der Bestrahlung

$R_{\max}$ = Remission (%) des Feldes mit der größten Remission

$R_{\min}$ = Remission (%) des Feldes mit der geringsten Remission

$\bar{R}$ = Mittelwert (%) der Remission aller 6 Versuchsfelder einer Versuchsperson

Abb. 4: Hauttemperaturspanne für die einzelnen Versuchspersonen vor der Bestrahlung

$T_{\max}$ = Temperatur ($^{\circ}\text{C.}$) des Feldes mit der höchsten Temperatur

$T_{\min}$ = Temperatur ($^{\circ}\text{C.}$) des Feldes mit der tiefsten Temperatur

$\bar{T}$ = Mittelwert ($^{\circ}\text{C.}$) der Temperatur aller 6 Versuchsfelder einer Versuchsperson

Abb. 5: Zur Auswertung der Grünremissionsmessung an den Feldern mit starker Bestrahlung (am Beispiel der Versuchsperson 4)

Abb. 5a: Darstellung des zeitlichen Verlaufs der relativen Remission des wasser- und solebehandelten Erythems nach UV-Bestrahlung

• - - • Solebehandlung (Feld d)
 x — x Wasserbehandlung (Feld a)
 ↓ markiert den Zeitpunkt eines Bades

Abb. 5b: Zeitlicher Verlauf der Differenz der relativen Remission zwischen wasser- und solebehandeltem Erythem

Abb. 6: Zur Auswertung der Grünremissionsmessung an den Feldern mit mittlerer Bestrahlung (Versuchsperson 4)

Abb. 6a: Darstellung des zeitlichen Verlaufs der relativen Remission des wasser- und solebehandelten Erythems nach UV-Bestrahlung

• - - • Solebehandlung (Feld e)
 x — x Wasserbehandlung (Feld b)
 ↓ markiert den Zeitpunkt eines Bades

Abb. 6b: Zeitlicher Verlauf der Differenz der relativen Remission zwischen wasser- und solebehandeltem Erythem

Abb. 7: Zur Auswertung der Grünremissionsmessung an den Feldern mit schwacher Bestrahlung

Abb. 7a: Darstellung des zeitlichen Verlaufs der relativen Remission des wasser- und solebehandelten Erythems nach UV-Bestrahlung

• - - • Solebehandlung (Feld f)
 x — x Wasserbehandlung (Feld c)
 ↓ markiert den Zeitpunkt eines Bades

Abb. 7b: Zeitlicher Verlauf der Differenz der relativen Remission zwischen wasser- und solebehandeltem Erythem

Abb. 8 bis Abb. 15: Graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Differenz der relativen Grünremission zwischen wasser- und solebehandelten Erythemen nach UV-Bestrahlung

$\triangle - - - \triangle$ bei stärkster Bestrahlung
 $+ \cdots \cdots +$ bei mittlerer Bestrahlung
 $\bullet \text{---} \bullet$ bei schwacher Bestrahlung
 $\downarrow$ markiert den Zeitpunkt eines Bades

Abb. 8: VP 2

Abb. 9: VP 3

Abb. 10: VP 4

Abb. 11: VP 5

Abb. 12: VP 6

Abb. 13: VP 7

Abb. 14: VP 8

Abb. 15: VP 9

Abb. 16: Zur Auswertung der Rotremissionsmessung an den Feldern mit starker Bestrahlung (VP 4)

Abb. 16a: Darstellung des zeitlichen Verlaufs der relativen Remission des wasser- und solebehandelten Erythems nach UV-Bestrahlung

$\bullet - - \bullet$ Solebehandlung (Feld d)
 $\times \text{---} \times$ Wasserbehandlung (Feld a)
 $\downarrow$ markiert den Zeitpunkt eines Bades

Abb. 16b: Zeitlicher Verlauf der Differenz der relativen Remission zwischen wasser- und solebehandeltem Erythem nach UV-Bestrahlung

Abb. 17: Zur Auswertung der Rotremissionsmessung an den Feldern mit mittleren Bestrahlung (VP 4)

Abb. 17a: Darstellung des zeitlichen Verlaufs der relativen Remission des wasser- und solebehandelten Erythems nach UV-Bestrahlung

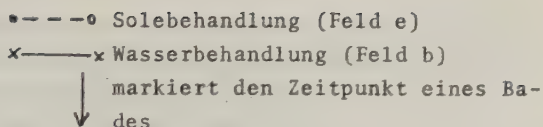


Abb. 17b: Zeitlicher Verlauf der Differenz der relativen Remission zwischen wasser- und solebehandeltem Erythem nach UV-Bestrahlung

Abb. 18: Zur Auswertung der Rotremissionsmessung an den Feldern mit schwacher Bestrahlung (VP 4)

Abb. 18a: Darstellung des zeitlichen Verlaufs der relativen Remission des wasser- und solebehandelten Erythems nach UV-Bestrahlung

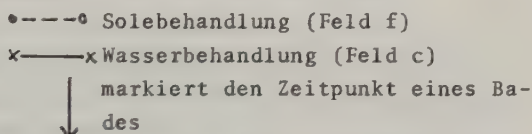


Abb. 18b: Zeitlicher Verlauf der Differenz der relativen Remission zwischen wasser- und solebehandeltem Erythem nach UV-Bestrahlung

Abb. 19 bis Abb. 22:

Graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Differenz der relativen Rotremission zwischen wasser- und solebehandelten Erythem nach UV-Bestrahlung

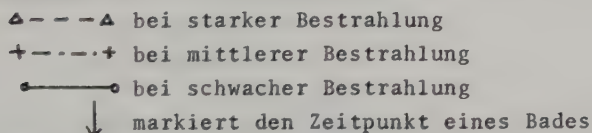


Abb. 19: VP 2

Abb. 20: VP 3

Abb. 21: VP 4

Abb. 22: VP 5

Abb. 23: Zur Auswertung der Hauttemperaturmessung an den Feldern mit starker Bestrahlung (VP 4)

Abb. 23a: Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Hauttemperatur des wasser- und solebehandelten Erythems nach UV-Bestrahlung

• — — • Solebehandlung (Feld d)
 x ——— x Wasserbehandlung (Feld a)
 ↓
 Bad

Abb. 23b: Zeitlicher Verlauf der Hauttemperaturdifferenz zwischen wasser- und solebehandeltem Erythem nach UV-Bestrahlung

Abb. 24: Zur Auswertung der Hauttemperaturmessung an den Feldern mit mittlerer Bestrahlung (VP 4)

Abb. 24a: Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Hauttemperatur des wasser- und solebehandelten Erythems nach UV-Bestrahlung

• — — • Solebehandlung (Feld e)
 x ——— x Wasserbehandlung (Feld b)
 ↓
 Bad

Abb. 24b: Zeitlicher Verlauf der Hauttemperaturdifferenz zwischen wasser- und solebehandeltem Erythem nach UV-Bestrahlung

Abb. 25: Zur Auswertung der Hauttemperaturmessung an den Feldern mit schwacher Bestrahlung (VP 4)

Abb. 25a: Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Hauttemperatur des wasser- und solebehandelten Erythems nach UV-Bestrahlung

• — — • Solebehandlung (Feld f)
 x ——— x Wasserbehandlung (Feld c)
 ↓
 Bad

Abb. 25b: Zeitlicher Verlauf der Hauttemperaturdifferenz zwischen wasser- und solebehandeltem Erythem nach UV-Bestrahlung

Abb. 26 - Abb. 33:

Graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der
Hauttemperaturdifferenz zwischen wasser- und sole-
behandeltem Erythem nach UV-Bestrahlung

△ - - - △ bei stärkster Bestrahlung

+ - · - + bei mittlerer Bestrahlung

● — ● bei schwacher Bestrahlung

↓ Bad

Abb. 26: VP 2

Abb. 27: VP 3

Abb. 28: VP 4

Abb. 29: VP 5

Abb. 30: VP 6

Abb. 31: VP 7

Abb. 32: VP 8

Abb. 33: VP 9

Abb. 34: Transmissionsspektrum der Farbglassfilter

Abb. 35: Zeitlicher Verlauf der Grünreflexionsminderung
nach UV-Bestrahlung
siehe LANGEN (34)

Abb. 36: Zeitlicher Verlauf der Rotreflexionsminderung nach
UV-Bestrahlung
siehe LANGEN (34)

Abb. 37: Zeitlicher Verlauf der Hauttemperatur nach inten-
siver UV-Bestrahlung
siehe KIHN (30)

Abb. 38: Zusammenfassung der Abb. 35 - 37 in einheitlichem
Maßstab

9. Literaturverzeichnis

- (1) ARNOLD, NÜRNBERGER, HOLZMANN:
"Bestimmung der Erythemschwelle bei
Kranken mit Anämie und Polyglobulie"
Strahlentherapie 137 (1969) 28

- (2) ASCHOFF, J.: "Die obere Extremität im Dienst der
physikalischen Temperaturregelung"
Pflügers Arch. Phys. 249 (1947) 148

- (3) BAATZ u. LANGENDÖRFER:
"Die Physikalische Therapie in der
Frauenheilkunde und Geburtshilfe"
in: Handbuch der Physikalischen Thera-
pie Bd IV. Herausgegeben von Groberg
und Stieve F., Gustav Fischer Verlag
1968 Stuttgart S. 265

- (4) BAUDACH, H. und SCHREIBER, H.:
"Zur Kenntnis des zeitlichen Ablaufs
der UV-Hautreaktion bei Mensch und Ka-
ninchen"
Strahlentherapie 111 (1960) 377

- (5) BAUDACH, H. und SCHREIBER, H.:
"Die Beeinflussung des Histaminspiegels
von Kaninchenblut durch UV-Bestrahlung
der Bauchhaut"
Strahlentherapie 136 (1968) 375

- (6) BODE, H.J.: "Über spektralphotometrische Untersu-
chungen an menschlicher Haut unter be-
sonderer Berücksichtigung der Erythem-
und Pigmentierungsmessung"
Strahlentherapie 51 (1934) 81

(7) BÜHNE und SCHREIBER:

"Zum Problem der Erythemmessung"
 in: Probleme und Ergebnisse aus Biophysik und Strahlenbiologie II, Herausgeber G. Pfennigsdorf und W. Eckart, Akademie-Verlag - Berlin, S. 156
 Bericht über die 4. Arbeitstagung Biophysik der Physikalischen Gesellschaft in der Deutschen Demokratischen Republik vom 13. - 15. Oktober 1958 in Oberhof

(8) BÜNI, A.:

Physikalische Therapie, Balneotherapie
 in: Lehrbuch der Therapie von W. Haddorn, 2. Auflage, Verlag Hans Huber Bern und Stuttgart 1963 S. 214

(9) BRETT und THEISMANN:

"Über die Hemmwirkung von Antihistaminen auf die Ausbildung des UV-Erythems an der menschlichen Haut"
 Strahlentherapie 61 (1953) 270

(10) BÜTTNER, K.:

"Erythembildung durch Sonnen- und Himmelsstrahlung"
 Strahlentherapie 61 (1938) 610

(11) BURTON, A.C.:

J. Nutrit. 7 (1934) 497 zit. nach 19

(12) COBET, R.:

"Die Hauttemperatur des Menschen"
 Erg. Physiologie 25 (1926) 439

(13) DORNO, C.:

"Beiträge zur Kenntnis des Sonnen- und Quarzlicht-Erythems und -Pigmentes"
 Strahlentherapie 22 (1926) 70

- (14) ELLINGER, F.: "Über die Lichtempfindlichkeit der "vegetativ Stigmatisierten" und ihre Bedeutung für die Klinik des Magengeschwürs"
Zeitschrift für klinische Medizin 122
(1932) 272
- (15) ELLINGER, F.: "Die Lichtempfindlichkeit der menschlichen Haut, ihre Bestimmung und ihre Bedeutung für die lichtbiologische Konstitutionsforschung"
Strahlentherapie 44 (1932) 1
- (16) EVERS, A.: Physikalische Therapie
in: Therapie, ein kurzes Handbuch,
S. 215 herausgegeben von H. Südhof,
Schattauer Verlag Stuttgart-New York
1971
- (17) GÄRTNER, Ch.: unveröffentlichte Dissertation am Baln.
Institut der Universität München 1977
- (18) GOLENHOFEN, HENSEL, HILDEBRANDT:
Durchblutungsmessung mit Wärmeleitelementen in Forschung und Klinik
Georg-Thieme-Verlag Stuttgart 1963
- (19) GOTTRON - SCHÖNFELD:
Dermatologie und Venerologie, Band I/1
Georg-Thieme-Verlag Stuttgart 1961
"Hauttemperatur und Hautthermometrie"
von Kleine-Natrop S. 493
- (20) HAUSSER, K.W. und VAHLE, W.:
"Die Abhängigkeit des Lichterythems und der Pigmentbildung von der Schwingungszahl (Wellenlänge) der erregenden Strahlung"
Strahlentherapie 13 (1921) 41

- (21) HEITE, H.J. und WEBER, G.:
 "Methodischer Beitrag zur Pigmentierung
 und Erythemmessung der Haut"
 Arch. klin. und exp. Dermatologie 204
 (1957) 327
- (22) HEITE, H.J. und WURBS, M.:
 "Wärmeleitmessungen an der menschlichen
 Haut unter dem Einfluss von Ultravio-
 lett- und Röntgenstrahlen"
 Strahlentherapie 122 (1963) 300
- (23) HELMKE, R.: "Über die Wirkung von Ultraviolett-,
 Röntgen- und Grenzstrahlen auf die Haut
 des Schweines"
 Strahlentherapie 71 (1942) 309
- (24) HENSCHKE, U. und SCHULZE, R.:
 "Untersuchungen zum Problem der Ultra-
 violett-Dosimetrie. 2. Mitteilung:
 Methodik von Erythem- und Pigmentversu-
 chen"
 Strahlentherapie 63 (1938) 236
- (25) HENSEL, H.: "Durchblutungsmessungen nach dem Prin-
 zip der geheizten Thermoelemente"
 in: Kreislaufmessungen, Vorträge des 3.
 Freiburger Colloquiums über Kreislauf-
 messungen am 24. und 25. März 1961 in
 Freiburg im Breisgau S. 52
 Werkverlag Dr. Banaschewski München-
 Gräfelfing 1962
- (26) HENSEL, H. und BENDER, F.:
 "Fortlaufende Bestimmung der Hautdurch-
 blutung des Menschen mit einem elektr.
 Wärmeleitmesser"
 Pflügers Arch. 263 (1956) 603

- (27) JANSEN, M.T.: "Skin Reflektometry as applied to Irradiation Experiments"
Proc. 1. Int. Photobiolog. Congr. Amsterdam 1954 S. 252
- (28) JANSEN, M.T.: Journal clin. Invest. 32 (1953) 1053
zit. n. (50)
- (29) JÜNGLING, O.: "Vergleichende Untersuchungen über die Wirkung des Sonnenlichts und des Lichtes der Quecksilberquarzlampe ("künstliche Höhensonne") auf die Haut"
Strahlentherapie 7 (1916) 413
- (30) KIHN, L.: "Die Sauerstoffaufnahme der Haut nach UV- und Röntgenbestrahlung"
Strahlentherapie 117 (1962) 584
- (31) KLEINSCHMIDT, J., DREXEL, H. u. DIRNAGL, K.:
"Chemische Bäderwirkung"
Münchner Med. Wochenschrift 115 (1973) 433
- (32) KUNKEL, A.J.: "Über die Temperatur der menschlichen Haut" Zeitschrift für Biologie 25
(1889) 55
- (33) LANDOIS - ROSEMAN: "Physiologie des Menschen"
Verlag Urban Schwarzenberg München-Berlin 1955
- (34) LANGEN, D.: "Experimentelle Studien über die Erythembildung der Sonnen- und Himmelsstrahlung"
Strahlentherapie 63 (1938) 142

- (35) LIPROSS, O.: "Die Anwendung physikalisch-therapeut. Behandlungsverfahren im Blickfeld der Gewebsthermometrie" S. 294
in: Ergebnisse der physik.-diätet. Therapie Band 4, Arbeitsgemeinschaft Medizinischer Verlage, Verlag Theodor Steinkopff, Dresden und Leipzig 1951
- (36) LUBOLDT, W.: "Der Ablauf der Hauttemperatur beim Quarzdampf lampenerythem"
Archiv für physikalische Therapie 26 (1950) 232
- (37) MIESCHER: "Strahlenphysiologie der Haut"
Strahlentherapie 66 (1939) 615
- (38) NEMEDA: Acta derm. (Kyoto) 58 (1963) 13
zitiert nach (1)
- (39) NEUROTH, G.: "Die Hauttemperatur im Dienste der Wärmeregulation"
Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie 250 (1948) 396
- (40) OJEDA, F.: "Zur Durchlässigkeit der Haut für Edelgase"
Strahlentherapie 140 (1970) 605
- (41) PFLEIDERER: "Zur Frage der spektralen Remission"
Strahlentherapie 111 (1960) 399
- (42) PFLEIDERER: "Spektralphotometrische Remission an der menschlichen Haut im Bereich von 220 bis 2500 nm"
Strahlentherapie 117 (1962) 601

- (43) SCHALL, L. u. ALIUS, H.-J.:
 "Zur Biologie des Ultraviolettlichts.
 III. Mitteilung. Die Reaktion der
 menschlichen Haut auf die Ultraviolett-
 bestrahlung (Erythemverlauf)"
 Strahlentherapie 23 (1926) 161
- (44) SCHEURER, O.: "Die Temperaturen der menschlichen
 Haut"
 Ergebnisse der Inneren Medizin und Kin-
 derheilkunde 59 (1940) 753
- (45) SCHÖNICKE, E.A.:
 "Welche Funktionen des Organismus wer-
 den durch die UV-Erythemschwelle er-
 faßt?"
 Strahlentherapie 89 (1952) 469
- (46) SCHREIBER, H.: "Theoretische Gesichtspunkte der UV-
 Wirkung auf Organismen"
 Strahlentherapie 110 (1959) 179
- (47) SCHULZ, H.J. und BOHNDORF, W.:
 "Ein 45⁰-Remissionsphotometer zur Mes-
 sung des Strahlenerythems"
 Strahlentherapie 129 (1966) 308
- (48) TRONNIER, H.: "Über optische Dichteminima der mensch-
 lichen Haut"
 Strahlentherapie 93 (1954) 138
- (49) TRONNIER, H.: "Zum Nachweis der Entstehung von
 erythemauslösenden Stoffen in der Horn-
 schicht durch UV-Bestrahlung"
 Strahlentherapie 134 (1967) 625

- (50) TRONNIER, H.: "Über die UV-Reaktion an der menschlichen Haut" 1. Mitteilung: Messung und Beurteilung des Erythems
Zeitschrift v. Haut- u. Geschl. Krankh.
Bd. XXI Nr. 1, 1956, S. 13
- (51) TRONNIER, H.: "Methodische und apparative Gesichtspunkte zur Messung der menschlichen Hautfarbe"
Strahlentherapie 104 (1957) 146
- (52) TRONNIER, H.: "Bestimmung der Hautfarbe unter besonderer Berücksichtigung der Erythem- und Pigmentmessung"
Strahlentherapie 121 (1963) 392
- (53) TRONNIER, H. und WAGENER, H.:
"Ein Gerät zur Messung des Rückstrahlvermögens der Haut"
Strahlentherapie 83 (1950) 549
- (54) WEZLER-THAURER:
zitiert nach (19)
- (55) WISKEMANN: "Lichtentzündung und Lichtpigmentierung"
Strahlentherapie 117 (1962) 608
- (56) WUCHERPFENNIG: "Über den biologisch richtigen Vergleich spektral verschiedenartiger UV-Strahlungen"
Strahlentherapie 55 (1936) 170
- (57) WUCHERPFENNIG, EHRING und HEITE:
"Die Beziehung des UV-Erythems zur Konstitution und Umwelt"
Strahlentherapie 92 (1953) 212

Am Schluß dieser Dissertation gilt mein Dank Herrn Prof. Dr. med. H. Drexel und Herrn Dipl. Phys. K. Dirnagl für die Überlassung des Themas, sowie die reichlichen Anregungen bei der Durchführung der Arbeit.

Danken möchte ich auch den Mitarbeitern am Balneologischen Institut, allen voran Herrn Dr. Pratzel, der immer ein offenes Ohr für die Probleme eines Doktoranden hatte.

Lebenslauf

Am 24.4.1948 wurde ich als Sohn bayrischer Eltern, nämlich des damaligen Praktikanten und jetzigen Oberstleutnant Wolfgang Geiger und dessen Frau Antonie Geiger, geborene Löhle, im württembergischen Ehingen (Donau) geboren.

Mein Start ins Schulleben fand im April 1955 in meinem Geburtsort statt. Dort besuchte ich bis Januar 1959 die Volksschule, ehe mich eine Versetzung meines Vaters nach Füssen/Lech führte. Im September 1959 trat ich in die Oberrealschule Füssen ein.

Eine erneute Versetzung meines Vaters zwang im Mai 1961 zum Wechsel auf den naturwissenschaftlich-mathematischen Zweig des Chiemgau-Gymnasiums in Traunstein, wo ich im Juli 1968 die Reifeprüfung bestand.

Im Oktober 1968 immatrikulierte ich an der Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität in München. Die Naturwissenschaftliche Vorprüfung legte ich im Oktober 1969, die Ärztliche Vorprüfung im April 1971, schließlich das Staatsexamen im Dezember 1974 ab.

Von März 1975 bis März 1976 verbrachte ich meine Medizinalassistentenzeit auf der Inneren, Gynäkologischen und Chirurgischen Abteilung des Kreiskrankenhauses Kaufbeuren/Allg. Bis zu meiner Einberufung zur Bundeswehr war ich auf der Chirurgischen Abteilung des gleichen Hauses als Assistenzarzt tätig.

Von Juni 1976 bis August 1977 leistete ich meinen Wehrdienst im Fliegerhorst Landsberg/Lech.

Seit 1.9.1977 arbeite ich wieder als Assistent an der chirurgischen Abteilung des Kreiskrankenhauses Kaufbeuren.

Lebenslauf

Am 24.4.1948 wurde ich als Sohn bayrischer Eltern, nämlich des damaligen Praktikanten und jetzigen Oberstleutnant Wolfgang Geiger und dessen Frau Antonie Geiger, geborene Löhle, im württembergischen Ehingen (Donau) geboren.

Mein Start ins Schulleben fand im April 1955 in meinem Geburtsort statt. Dort besuchte ich bis Januar 1959 die Volksschule, ehe mich eine Versetzung meines Vaters nach Füssen/Lech führte. Im September 1959 trat ich in die Oberrealschule Füssen ein.

Eine erneute Versetzung meines Vaters zwang im Mai 1961 zum Wechsel auf den naturwissenschaftlich-mathematischen Zweig des Chiemgau-Gymnasiums in Traunstein, wo ich im Juli 1968 die Reifeprüfung bestand.

Im Oktober 1968 immatrikulierte ich an der Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität in München. Die Naturwissenschaftliche Vorprüfung legte ich im Oktober 1969, die Ärztliche Vorprüfung im April 1971, schließlich das Staatsexamen im Dezember 1974 ab.

Von März 1975 bis März 1976 verbrachte ich meine Medizinalassistentenzeit auf der Inneren, Gynäkologischen und Chirurgischen Abteilung des Kreiskrankenhauses Kaufbeuren/Allg. Bis zu meiner Einberufung zur Bundeswehr war ich auf der Chirurgischen Abteilung des gleichen Hauses als Assistenzarzt tätig.

Von Juni 1976 bis August 1977 leistete ich meinen Wehrdienst im Fliegerhorst Landsberg/Lech.

Seit 1.9.1977 arbeite ich wieder als Assistent an der chirurgischen Abteilung des Kreiskrankenhauses Kaufbeuren.

